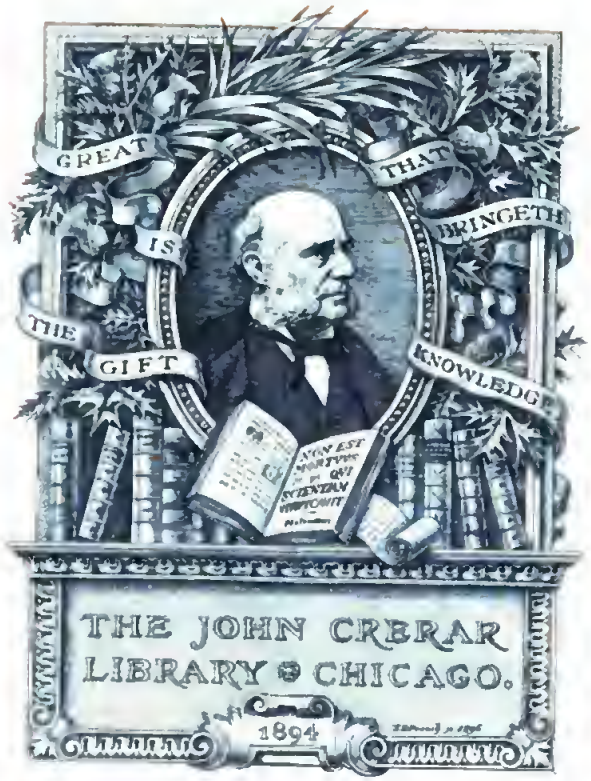
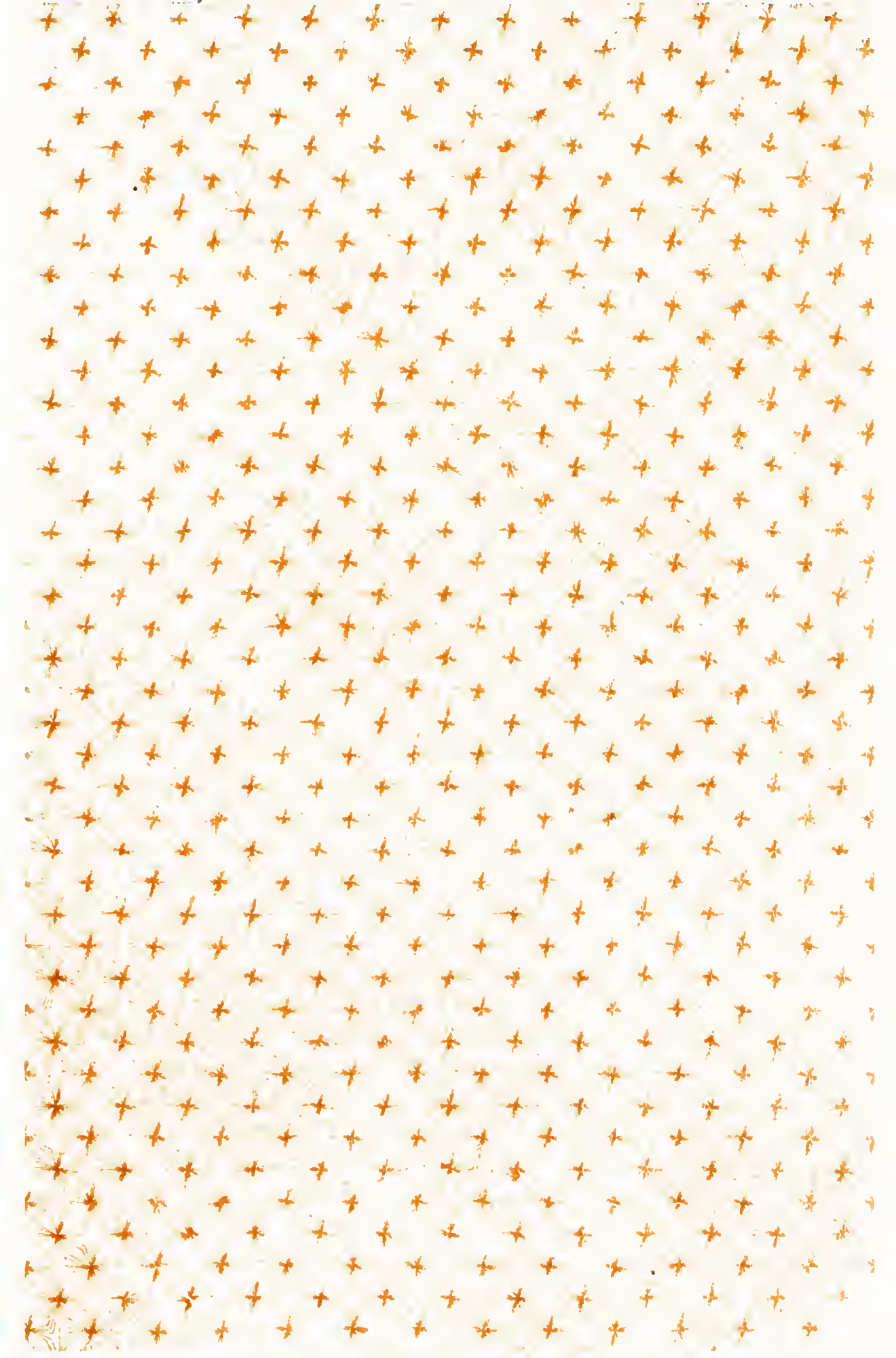

GREAT IS THE GIFT THAT BRINGETH KNOWLEDGE
THE JOHN CRERAR LIBRARY CHICAGO.
1894



Witterungskunde
für Landwirte.

Eine Anleitung
zur Anstellung von meteorologischen Beobachtungen
und zur Benutzung von Wetterkarten.

Von

Dr. phil. Paul Holdefleiß,

a. o. Professor an der Universität,
Vorsteher der Abteilung für Pflanzenbau und Meteorologie am landwirtschaftlichen Institut
der Universität Halle.

Mit 14 Textabbildungen und 6 Wetterkarten.

Stuttgart 1907.
Verlagsbuchhandlung Eugen Ulmer.
Verlag für Landwirtschaft, Obst- und Gartenbau.

Preis broschiert ℳ 2.40.

Witterungskunde
für Landwirte.

Eine Anleitung
zur Anstellung von meteorologischen Beobachtungen
und zur Benutzung von Wetterkarten.

Von

Dr. phil. Paul Holdefleiß,

a. o. Professor an der Universität,
Vorsteher der Abteilung für Pflanzenbau und Meteorologie am landwirtschaftlichen Institut
der Universität Halle.

Mit 14 Textabbildungen und 6 Wetterkarten.

Stuttgart 1907.
Verlagsbuchhandlung Eugen Ulmer.
Verlag für Landwirtschaft und Naturwissenschaften.

THE
JOHN CREAR
LIBRARY

K. Hofbuchdruckerei Ungeheuer & Ulmer in Ludwigsburg.

Digitized by Google

Vorwort.

Die Bestrebungen, die Ergebnisse der Meteorologie oder Witterungskunde der Landwirtschaft nutzbar zu machen, reichen schon mehrere Jahrzehnte zurück. Vor allem hat man von jeher sich bemüht, einen Teil der Witterungskunde, nämlich die Wettervorhersage, in den Dienst der Landwirtschaft zu stellen, ebenso, wie es für die Seeschiffahrt schon längst geschehen war. Das Interesse wurde in der jüngsten Zeit speziell auf die landwirtschaftliche Bedeutung der Witterungskunde von neuem gelenkt, als die Staatsregierung des Königreichs Preußen und zum Teil auch die Reichsregierung Deutschlands Summen in ihren Etat einsetzten, um die Beförderung der Wetternachrichten möglichst zu beschleunigen, damit namentlich auch die Landwirte, wenn auch sie nicht allein, möglichst ohne Verzögerung die Vorhersage erhalten könnten. Dieses Vorgehen ist im Interesse der Landwirte mit Befriedigung zu begrüßen, und es gibt wohl niemanden, der die Nützlichkeit einer zuverlässigen Wettervorhersage für die Landwirtschaft leugnen könnte. In dieser Beziehung kommt man allerdings in der neueren Zeit immer mehr zu der durch die Erfahrung begründeten Ansicht, daß eine von Zentralstellen ausgehende Wettervorhersage nur dann ihren vollen Nutzen entfalten kann, ohne durch Enttäuschungen Unzufriedenheit zu erregen, wenn auch die Empfänger und Benutzer der Nachrichten im stande sind, einigermaßen sachverständig den Inhalt zu deuten und noch besser, wenn sie nicht nur wörtliche Nachrichten, sondern auch kartographische Darstellungen, also sogenannte „Wetterkarten", verstehen und benutzen können. Die wichtigsten Gesichtspunkte für das allgemeine Verständnis der Wettervorhersage und der Wetterkarten dem Landwirte vorzuführen und über die hauptsächlichsten Zusammenhänge in dieser Beziehung aufzuklären, ist das eine Ziel, welches der Verfasser mit dem vorliegenden Buche verfolgt. Es ist dies ein Gegenstand, der in den letzten Jahren von einer Reihe größerer und kleinerer Schriften behandelt wird, wenn auch wohl von fast jedem in einer besonderen Weise. Jeder, der sich mit der Wettervorhersage praktisch beschäftigt, wird dabei außer den allgemein bekannten Grundsätzen auch noch verschiedene kleinere Kennzeichen und Erfahrungen sammeln, welche bei entsprechend richtiger Anwendung noch weiter die Zuverlässigkeit der Wettervorhersage fördern. Auch in dem vorliegenden Buche sind außer den allgemeinen Gesichtspunkten auch noch einige spezielle Erfahrungen des Verfassers behandelt.

In Bezug auf das allseitig angestrebte Verständnis der Empfänger für die Wettervorhersage hat nun aber ferner der Verfasser schon vielfach in Vorträgen und kleineren Schriften den Standpunkt vertreten, daß bei den Landwirten, welche die Witterungskunde in den Dienst ihres Berufes stellen wollen,

551.5
Q7c4
255252

zum vollen Verständnis und zur Erhaltung des dauernden Interesses die eigene Beschäftigung mit meteorologischen Beobachtungen erforderlich ist. Daß diese Anstellung von Witterungsbeobachtungen auch sonst in verschiedener Hinsicht für den eigentlichen Landwirtschaftsbetrieb nützlich ist, kann wohl weiterhin von niemanden geleugnet werden. Es sei hier nur an die Feststellung des durchschnittlichen Klimas in dem Gebiete eines Landgutes erinnert, ferner an die Notwendigkeit, bei Anstellung von Feldversuchen den Witterungsverlauf genau angeben zu müssen, wie auch ferner an die Fälle, in denen unter größeren Betriebsverhältnissen des Morgens von der Stärke eines Nachtfrostes oder von der Intensität eines Regenfalles weitgehende Dispositionen abhängen u. a. Außerdem aber sind die eigenen Beobachtungen vor allem im stande, die Benutzung der Wettervorhersagen und Wetterkarten zuverlässiger zu machen.

Gegen die Befürwortung der Anstellung von meteorologischen Beobachtungen durch die Landwirte selbst wird vielfach die Schwierigkeit und Umständlichkeit derselben angeführt. Es ist natürlich auch sicher, daß die Durchführung von umfangreichen, rein wissenschaftlichen meteorologischen Beobachtungen und Untersuchungen nicht zu den Aufgaben eines praktischen Landwirtes gehört und ihn, wenn überhaupt möglich, von manchen notwendigen Interessen ablenken würde. Wenn nun nach der Anstellung von meteorologischen Beobachtungen in der landwirtschaftlichen Praxis gestrebt werden soll, so ist es vielmehr von der größten Wichtigkeit, eine wohlüberlegte Auswahl derjenigen Beobachtungen zusammenzustellen, welche in erster Linie für den Landwirt in Betracht kommen, und welche ihn andererseits nicht zu stark durch Zeit- und Arbeitsaufwand belasten. Der Verfasser glaubt im vorliegenden Buche in dieser Beziehung nach vielfacher Erfahrung das richtige Maß nach beiden Seiten hin getroffen zu haben, so daß er weder zu viel noch zu wenig erstrebt. Es liegen in dieser Beziehung bereits viel mehr Fälle vor, in denen von seiten praktischer Landwirte innerhalb ihres Gutsgebietes meteorologische Beobachtungen, auch selbst seit längerer Zeit regelmäßig angestellt werden, als man vielfach glaubt. Vor allem ist das Interesse für die Feststellung der Niederschlagsmenge, der Temperaturverhältnisse, der Bewölkung und der Windrichtung vielfach verbreitet. Von seiten des Verfassers ist nun versucht worden, einmal das Programm für solche Beobachtungen möglichst bestimmt anzugeben, wobei aber für spezielle Interessen auch noch ein gewisser Spielraum bleiben muß, und andererseits durch Zusammenstellung der offiziellen Vorschriften, die für die meteorologischen Beobachtungen gelten, verbunden mit durch eigene Erfahrung gewonnenen praktischen Hinweisen, den Interessenten zu belehren, wie eine möglichste Richtigkeit in meteorologischen Beobachtungen zu erreichen ist. Es ist wohl selbstverständlich, daß wenn einmal die Zeit und Mühe auf derartige Beobachtungen verwendet wird, eine möglichste Richtigkeit und Vergleichbarkeit dabei wünschenswert ist. Es ist stets außerordentlich zu bedauern, wenn, wie vielfach, eine längere Reihe von Beobachtungen vorliegt, und wenn sich dann später ergibt, daß sie infolge irgend eines prinzipiellen Fehlers wertlos sind.

Sind aber solche Beobachtungen aus der landwirtschaftlichen Praxis zuverlässig und vergleichbar, so haben sie auch eine Bedeutung, die über die landwirtschaftlichen Interessen hinausgeht. Unsere wissenschaftlichen meteorologischen Institute sind auf eine große Anzahl im Lande verteilter Helfer

Digitized by Google

und Mitarbeiter angewiesen, und es wird von ihnen vielfach als Übelstand empfunden, daß sie in dieser Beziehung aus den Städten eher ein zu großes, vom Lande dagegen ein zu geringes Angebot vorfinden, während doch andererseits gerade das Landesklima besser nach ländlichen Beobachtungen als nach städtischen beurteilt werden kann, da diese letzteren vielfache Störungen durch Häuser, Industrieanlagen u. s. w. erleiden. Es liegen also zahlreiche Gründe vor, welche die Anstellung von Witterungsbeobachtungen von seiten praktischer Landwirte als wünschenswert erscheinen lassen, und es ist wohl auch nur noch als eine Frage der Zeit anzusehen, daß einige meteorologische Apparate, z. B. Regenmesser, Windfahne, Thermometer, Barometer, zum notwendigen Inventar eines Landwirtschaftsbetriebes gehören, wobei es dann nur noch für den Leiter darauf ankommt, zu wissen, wie diese Apparate eingerichtet und benutzt werden müssen, wenn ihre Verwendung zu brauchbaren Resultaten führen soll. Diese Kenntnisse dem Landwirte zu vermitteln, ist der Zweck des vorliegenden Buches.

Halle a. S., Dezember 1906.

P. Holdefleiß.

Inhalt.

Einleitung 1
Die Bedeutung der Meteorologie in der Landwirtschaft 1
Die Kenntnis des Klimas 2
Die Bedeutung der Wettervorhersage für den Landwirt 7
a) Detaillierte Wettervorhersage für den nächsten Tag 7
b) Vorhersage des allgemeinen Witterungscharakters auf längere Zeit . . 8
c) Mitarbeit des Landwirts an diesen Aufgaben 12
Ausführung der meteorologischen Beobachtungen in der Landwirtschaft 14
A. Messung und Beobachtung der Niederschläge 14
Anhang: Höhe der Schneedecke 18
B. Beobachtung der Lufttemperatur 18
a) Aufstellung der Thermometer 21
b) Beschreibung der Thermometer 25
1. Maximum-Thermometer 26
2. Minimum-Thermometer 28
3. Ablesung derselben 29
4. Ablesung der augenblicklichen Temperatur 30
C. Temperatur über und unter der Erdoberfläche 32
a) Temperatur dicht über der Erdoberfläche 33
b) Temperatur in geringen Tiefen 35
c) Temperatur in größeren Tiefen 36
D. Bestimmung der Luftfeuchtigkeit 38
a) Haarhygrometer nach Koppe 40
b) Psychrometer 41
E. Beobachtung des Windes 44
a) Richtung 44
b) Stärke 48
F. Beobachtung der Wolken 50
a) Ausdehnung derselben 51
b) Dicke der Wolkenschicht 51
c) Arten und Formen der Wolken 52
Gewitterwolken 54
Hagelwolken 55
d) Kennzeichnung der Gewitter 56
G. Sonnenschein-Beobachtungen 57
a) Sonnenscheindauer 58
b) Sonnenschein-Intensität 61
H. Beobachtung des Luftdruckes 65
a) Aneroidbarometer 66
b) Quecksilberbarometer 67
I. Hauptpunkte der Wettervorhersage 69
a) Niedriger Luftdruck: „Tief“ 70
b) Hoher Luftdruck: „Hoch“ 71
c) Wanderung der barometrischen „Tiefs“ und „Hochs“ 72
d) Vorhersage der Gewitter und Hagelfälle 77
e) Vorhersage der Maifröste 77
K. Phänologische Beobachtungen 78
Tabellen 81

Verzeichnis der Textfiguren.

Figur		Seite
1:	Regenmesser nach Hellmann	15
2—4:	Thermometergehäuse am Fenster	22—23
5:	Thermometerhütte, zur Aufstellung im Freien	24
6:	Thermometeraufstellung, umfassend ein trockenes (links, senkrecht stehend) und ein feuchtes (rechts senkrecht stehend), ein Maximumthermometer (oben, horizontal liegend) und ein Minimumthermometer (unten, horizontal liegend)	27
7:	Insolationsthermometer mit schwarzer Kugel, in luftleerer Hülle	35
8:	Erdbodenthermometer für geringere Tiefen mit Eisengestell	36
9:	Haarhygrometer nach Koppe	40
10:	Psychrometer mit Aspirator	42
11:	Wild'sche Windfahne mit Stärketafel	47
12:	Windgeschwindigkeitsmesser oder Anemometer mit Robinson'schem Schalenkreuz und Zählwerk	49
13:	Sonnenscheinautograph nach Campbell und Stokes	57
14:	Aneroïdbarometer	66

Einleitung.

Der landwirtschaftliche Betrieb hängt mehr als viele andere Gewerbe von Naturkräften ab. Diese äußern sich bei ihm einmal in Form der Fähigkeit des Bodens, Produkte in Gestalt von pflanzlichen Stoffen hervorzubringen, die event. noch weiter durch Tiere verändert oder veredelt werden; sodann in der Lebenskraft, zunächst der Pflanzen, dann weiter aber auch der Tiere, mit Hilfe deren diese beiderlei Organismen imstande sind, Stoffe zu ihrer Ernährung aufzunehmen und dadurch andere Bestandteile zu erzeugen, welche dann als Produkte der Landwirtschaft bezeichnet werden. Die Wirksamkeit dieser Kräfte des Bodens, sowie auch der lebenden Organismen hängt aber, wie bekannt, in ihrem Erfolge ausschließlich von den äußeren Umständen ab, welche wir als Witterungsverhältnisse bezeichnen. In diesen liegt sowohl die Möglichkeit, daß die landwirtschaftliche Stofferzeugung überhaupt zu stande kommt, andererseits aber auch die, daß verschiedene Hindernisse und Hemmungen für den landwirtschaftlichen Betrieb entstehen. Daß die landwirtschaftliche Tätigkeit von den Witterungsverhältnissen ganz besonders abhängt, ist schon seit alten Zeiten als Eigentümlichkeit der Landwirtschaft bezeichnet worden. Dabei hat man es immer als allgemeinen Wunsch anerkannt, sich gegen die häufigen Schädigungen, die durch Witterungsverhältnisse veranlaßt werden, schützen zu können, oder sogar, wenn möglich, die Witterungserscheinungen, welche die eigentlich erzeugende Kraft im landwirtschaftlichen Betriebe darstellen, in den Dienst des Menschen zu stellen. Allerdings hat man die Unerfüllbarkeit dieses Wunsches fast ausnahmslos zugeben müssen, so daß in Bezug auf Nutzen und Schaden durch Witterungsverhältnisse in der landwirtschaftlichen Praxis meist eine Resignation herrscht, indem man sich darein findet, die Witterung als Schicksalsfügung machtlos hinzunehmen, während sonst doch der Landwirt die übrigen Produktionsfaktoren Boden, Pflanzen und Tiere für seine Zwecke immer weiter zu beeinflussen lernt. Systematische Bestrebungen, die Witterungsverhältnisse im landwirtschaftlichen Sinne nutzbar zu machen, zum mindesten sich gegen Schaden, der aus ihrer Wirksamkeit resultiert, zu schützen, sind erst in verhältnismäßig neuerer Zeit ernsthafter in Angriff genommen und zu gewissen Ergebnissen gelangt. Die Art, wie nach den Fortschritten der Meteorologie die Nutzbarmachung der Witterungserscheinungen und die Kenntnis derselben möglich ist, soll in den nachfolgenden Ausführungen näher behandelt werden.

Die Bedeutung der Meteorologie in der Landwirtschaft.

Wenn wir den Nutzen, der sich aus der Kenntnis der Witterungsverhältnisse für den Landwirt ergeben soll, näher betrachten, so scheidet nach den bisherigen Errungenschaften die Möglichkeit, die Witterungsverhältnisse

künſtlich zu beeinfluſſen, ſo gut wie vollſtändig aus. Wenn auch wiederholt darauf hingewieſen wird, wie dringend wünſchenswert es bisweilen wäre, Regenfall, Sonnenſchein und ähnliche Erſcheinungen künſtlich hervorrufen zu können, ſo liegt dies noch vollkommen außerhalb der menſchlichen Fähigkeiten. Allenfalls iſt es möglich, einige ſchädigende Witterungserſcheinungen entweder zu verhindern oder zum mindeſten unſchädlich zu machen. Es ſei hier vor allem auf die Blitzableiter hingewieſen, welche tatſächlich nicht nur die Blitzſchläge für eine gewiſſe Umgebung unſchädlich machen können, ſondern welche auch durch die ſogenannte ſtille Spitzenentladung die Blitzbildung in gewiſſem Maße verhindern. Der Blitz iſt vollkommen zu den Witterungserſcheinungen zu rechnen; der Menſch iſt alſo mit Hilfe der Blitzableiter imſtande, dieſe Witterungserſcheinungen künſtlich zu beeinfluſſen. Ebenfalls hat man immer wieder verſucht, den bisweilen ſo verhängnisvoll auftretenden Hagel künſtlich zu verhindern, bekanntlich mit Hilfe des ſogen. Wetter- oder Hagelſchießens. Die Frage, ob aber wirklich der Hagel von einem Gebiete künſtlich abgehalten werden kann, und ob man überhaupt imſtande iſt, den Hagelfall zu verhindern, iſt noch nicht vollkommen entſchieden, da die Kontrolle, ob ohne Schießen der Hagel gekommen wäre, immer nur ſchwer durchzuführen iſt. Immerhin liegen zahlreiche Berichte vor, aus denen es als wahrſcheinlich hervorgeht, daß die künſtliche Beeinfluſſung des Hagels nicht ganz unmöglich iſt. Auch die Verhütung von Froſtſchäden durch künſtliche Rauchentwickelung iſt hierher zu rechnen. Im übrigen iſt die künſtliche Beeinfluſſung der Witterungserſcheinungen bis auf weiteres ausgeſchloſſen. Wenn man nun dann fragt, was dem Landwirte die Kenntnis der meteorologiſchen Vorgänge nützen kann, ſo bleibt nur die eine Möglichkeit übrig, im voraus die Witterungserſcheinungen zu kennen und den landwirtſchaftlichen Betrieb danach einzurichten. Darin liegt die Möglichkeit, die Witterungserſcheinungen direkt in den Dienſt des Menſchen zu ſtellen, indem der Landwirt den Boden und die Pflanzen ſo zurichtet, daß an ihnen die Witterungsfaktoren ihren nützlichen Dienſt ausüben können. Tatſächlich arbeitet ja die Sonne mit Hilfe von Wärme und Niederſchlägen für den Landwirt und iſt ihm alſo dienſtbar, wenn derſelbe nur den Boden in der richtigen Weiſe vorbereitet und die richtigen Pflanzen zur rechten Zeit den Witterungsverhältniſſen ausſetzt. Andererſeits geht aus dem Vorherwiſſen der kommenden Witterungserſcheinungen für den Landwirt die Möglichkeit hervor, ſich gegen Schäden, die aus dem Verhalten der Witterung entſtehen, zu ſchützen. Mögen dies nun Nachtfröſte ſein, die im Frühjahr oder Herbſt die Feldfrüchte beſchädigen oder die Strenge des Winters oder auch die Trockenheit oder zu große Näſſe im Sommer und endlich auch die vielerlei kleineren Störungen, welche für die Arbeit des Landwirts aus den Wechſelfällen der Witterung reſultieren.

Die Kenntnis des Klimas.

Eine wertvolle Möglichkeit, im voraus einige Anhaltspunkte für die Geſtaltung des Witterungsverlaufs zu haben, die noch häufig unterſchätzt wird, liegt in der Kenntnis des Klimas einer Gegend, reſp. der Umgebung des von dem Landwirte bewirtſchafteten Gutes. Unter Klima verſteht man die durchſchnittliche Art des Witterungsverlaufs in einer Gegend, berechnet

als Mittel aus einer möglichst großen Zahl von Jahren. Für den Landwirt kommen bei der Charakterisierung desselben vor allem die Temperaturverhältnisse, dann die Art und Menge der Niederschläge, die Windverhältnisse und eventuell Sonnenschein und Luftfeuchtigkeit in Betracht. In den einzelnen Jahren können bei diesen Faktoren größere oder geringere Abweichungen von den mittleren Werten, die das Klima darstellen, vorkommen. Die Kenntnis der Durchschnittszahlen ist aber beim Landwirtschaftsbetriebe für die großen Gesichtspunkte wenigstens das bestimmende. Von den Temperaturverhältnissen hängt es ab, ob man mehr empfindliche Getreidesorten oder harte, weniger empfindliche bauen soll; ebenso ob mehr wärmebedürftige Pflanzen angebaut werden können, wie z. B. Mais zur Körnererzeugung und andere. Von den Niederschlagsverhältnissen hängt es ab, ob der ganze Wirtschaftsbetrieb mehr auf Futterbau, also auf Viehhaltung begründet werden kann oder mehr auf Getreidebau, wobei es also besonders auf die Körnerausbildung ankommt, im Gegensatz zum Futterbau.

Von der Kenntnis der Durchschnittswerte dieser Witterungsfaktoren hängt die allgemeine Einrichtung des Betriebes ab, so daß also diese Kenntnis außerordentlich wichtig ist. Tatsächlich wird auch in der neueren Zeit immer mehr erkannt, daß der Landwirt nicht nur die Art seines Bodens, sowie die Eigenschaften der von ihm angebauten Pflanzen kennen muß, sondern auch die Art, wie sich im Durchschnitt die Witterung bei ihm verhält. Es gehört also bei der Beurteilung eines Gutes nicht nur dazu, daß man eine genaue Bodenkarte besitzt, aus der man die Verschiedenheiten der Bodenarten erkennen kann, sondern daß man auch aus einer Regenkarte für die betreffende Gegend die Menge und Verteilung der Niederschläge ersieht, und daß man darüber unterrichtet ist, wie hoch die durchschnittliche Jahrestemperatur, sowie die Temperatur der einzelnen Jahreszeiten und Monate ist; ebenso muß man in gewisser Weise über die vorherrschenden Windrichtungen unterrichtet sein. Um diese Kenntnis zu vermitteln, existieren in der neueren Zeit vielerlei Einrichtungen. Vor allem sammelt das Königlich Preußische Meteorologische Institut in Berlin für Preußen selbst und die nächsten angrenzenden Gebiete das Beobachtungsmaterial von den für diesen Zweck angeschlossenen meteorologischen Stationen. Die Zahl derselben ist bereits verhältnismäßig groß, wenigstens soweit es für die Beurteilung der allgemeinen klimatischen Verhältnisse notwendig ist. Die Resultate werden von seiten des meteorologischen Instituts veröffentlicht und sind für verhältnismäßig billigen Preis den Landwirten zugänglich. Vor allem gibt es in dieser Beziehung Regenkarten[1]) der einzelnen Provinzen (nur für einzelne Gebiete sind mehrere Provinzen zusammengeschlossen) und auch von ganz Deutschland, in denen die Verteilung des durchschnittlichen Regenfalls verzeichnet ist. Außerdem ist in dem den Regenkarten beigegebenen Texte für die einzelnen Beobachtungsorte die durchschnittliche Regenmenge noch besonders angeführt. Ferner sind Angaben dabei über die Verteilung des Regens in den einzelnen Monaten, wie auch über die Häufigkeit der einzelnen Regenfälle. Alles, was

[1]) Im amtlichen Auftrage bearbeitet von G. Hellmann; Verlag von Dietrich Reimer, Berlin 1899—1906.

der Landwirt über die Regenverhältnisse seines Gebietes für den Wirtschaftsbetrieb wissen muß, ist also in diesen Regenkarten enthalten. Für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windstärke werden ebenfalls von dem meteorologischen Institut in Berlin die Beobachtungsergebnisse eines jeden Jahres zusammengestellt und veröffentlicht, sodaß auch diese der Allgemeinheit zugänglich sind.

Während nun aber diese offiziellen Beobachtungen in ihrer Verteilung im Lande für die allgemeineren geographischen und klimatographischen Verhältnisse ausreichen, ist dies nicht immer ganz der Fall für die Bedürfnisse der Landwirtschaft. Die Verteilung und Menge des Regens, die Häufigkeit des Schneefalls und Dauer der Schneedecke, die Temperaturverhältnisse im Laufe des Jahres und auch das Verhalten des Windes ist, wie mancher praktische Landwirt durch eigene Beobachtung weiß, wenn es auf genauere Unterschiede ankommt, häufig in verhältnismäßig nahe bei einanderliegenden Orten bereits ziemlich verschieden. Man findet es nicht gerade selten, daß zwei benachbarte Ortschaften, die vielleicht nur 4—5 km von einander entfernt sind, doch im Durchschnitt der Jahre sich in den Witterungsverhältnissen etwas unterscheiden. Besonders auffallend ist dies bisweilen in Bezug auf die Häufigkeit der Hagelfälle; aber auch bei den übrigen Erscheinungen finden sich auffallende Unterschiede. Um diese genauer festzustellen, reichen die offiziellen staatlichen Beobachtungen deshalb nicht immer aus, weil bei ihnen die Zahl und Dichtigkeit der Stationen aus pekuniären Gründen nicht über ein gewisses Maß hinausgehen kann. Dazu kommt, daß nicht selten die offiziellen Stationen an Punkten sich befinden, wie z. B. in Städten, auf Bergen oder innerhalb großer Wälder, welche für die eigentlich typische und intensive Landwirtschaft weniger maßgebend sind. Vielmehr ist es notwendig, daß, wenn der Landwirt über die klimatischen Verhältnisse seiner Wirtschaft unterrichtet werden will, er selbst die Beobachtung und genaue Feststellung der für ihn wichtigen Witterungserscheinungen vornimmt. In vielen Landwirtschaftsbetrieben ist dies ja auch von jeher in mehr oder weniger ausgedehntem Maße der Fall gewesen. Dort, wo ein Wirtschaftstagebuch geführt wird, ist meistens außer den sonstigen Angaben auch einiges nähere über die Art des Wetters an den einzelnen Tagen verzeichnet worden, allerdings in der Mehrzahl der Fälle nicht genau zahlenmäßig, so daß auch monatlich oder jährlich Zusammenstellungen daraus nicht erfolgen konnten. Es ist nun aber für jeden, der sich selbst mit meteorologischen und zahlenmäßigen Feststellungen der Witterungserscheinungen beschäftigt, eine häufige Erfahrung, daß dabei eine bloße Schätzung ohne Messung starken Irrtümern ausgesetzt ist. Die Wassermenge eines beobachteten Regenfalls, aber auch die Temperaturverhältnisse werden bei bloßer Schätzung vielfach falsch angegeben. Wenn man nur einigermaßen zuverlässige Notizen über den Witterungsverlauf sammeln will, dann ist unbedingt eine direkte Messung, wie es in der neueren Zeit mit sehr bequemen und zuverlässigen Apparaten möglich ist, erforderlich. Wenn man dabei eine richtige Auswahl der Witterungserscheinungen vornimmt, deren Beobachtung für den Landwirt wichtig ist, und sich besonders auf Niederschläge, Temperatur, Bewölkung und Windrichtung beschränkt, so machen derartige Beobachtungen verhältnismäßig wenig Mühe, und es kommt eigentlich nur darauf an, daß man sich von ihrer Notwendigkeit überzeugt, und daß

man sich an sie gewöhnt; dann wird man sie in der Mehrzahl der Fälle nach kurzer Zeit nicht leicht mehr entbehren wollen.

Wenn man nun von diesen Beobachtungen einen wirklichen Nutzen haben will, dann ist es unbedingt notwendig, sie in einem besonderen Notizbuche tageweise einzutragen und am Ende des Monats die Summe resp. den Durchschnittswert zu berechnen, ebenso am Ende des Jahres, resp. am Ende der Vegetationsperioden ebenfalls die entsprechenden Werte. Durch diese Angaben lernt man erst die klimatographische Seite der Wirtschaftsverhältnisse kennen und kann dann mit größerer Sicherheit vielerlei Maßnahmen des Betriebes danach einrichten. Namentlich trifft dies, wie schon angedeutet wurde, für die Auswahl der anzubauenden Früchte, eventuell aber auch für die Einrichtung der Ackerarbeiten zu. Wenn außerdem in der Wirtschaft vielleicht öfters Feldversuche angestellt werden zur Entscheidung von Dünger- oder Sortenauswahlfragen, so sind bei der Beurteilung derselben nähere Angaben über den Verlauf der Witterung in der in Betracht kommenden Periode unbedingt erforderlich, wenn man nicht in den Resultaten, die man aus solchen mühevollen Versuchen folgert, zu schweren Irrtümern kommen will.

Bei diesen eigenen Beobachtungen und Notizen kommen für landwirtschaftliche Zwecke vor allem solche über die Niederschlagsverhältnisse, also hauptsächlich über die Regen- und Schneefälle in Betracht; von der Stärke und der Verteilung der Regenfälle hängt ja in der Hauptvegetationszeit das Gedeihen der Feldfrüchte in der Mehrzahl aller in Frage kommenden Stellen in erster Linie ab. Die Stärke und Dauer der Schneedecke im Winter hat andererseits für die Wintersaaten eine große Bedeutung, indem eine Art des Auswinterns, nämlich das Aussaulen bei zu lange dauerndem Luftabschluß hauptsächlich durch die Schneedecke verursacht wird. Bekanntlich ist in dieser Hinsicht der Roggen etwas empfindlicher als der sonst wärmebedürftigere Weizen.

Außerdem interessieren die Temperaturangaben, und zwar in landwirtschaftlicher Hinsicht besonders die über den höchsten und tiefsten Stand der Temperatur im Laufe eines Tages; besonders deutlich ist die Wichtigkeit dieser Angaben im Frühjahr und Herbst, wo die Erfahrungen, die man in Bezug auf das Eintreten von Nachtfrösten gesammelt hat, sehr wertvoll sein können. Aber auch im ganzen Winter und auch im eigentlichen Sommer ist die Kenntnis des Temperaturverlaufs für die Beantwortung vieler wirtschaftlicher Fragen wertvoll, gerade wie schon angedeutet in Bezug auf den Anbau von wärmebedürftigen Pflanzen.

Im Anschluß an die Temperaturbeobachtungen werden häufig auch noch solche über die Luftfeuchtigkeit ausgeführt, die zwar die aufzuwendende Mühe vermehren, aber auch in vieler Beziehung sehr wertvoll sind. Von der Menge der Luftfeuchtigkeit, die natürlich vom eigentlichen Regen zu unterscheiden ist, hängt nicht nur der Wasserbedarf der Pflanzen ab, sowie die Schnelligkeit der Verdunstung aus feuchten Boden- und Wasserflächen, sondern auch bei den landwirtschaftlichen Nutztieren manches. So ist es sehr wahrscheinlich, daß feuchte Luft, wie sie in unseren Küstengebieten und auf den hohen Gebirgsweiden vorhanden ist, eine direkt fördernde Wirkung auf die Milchergiebigkeit der Kühe ausübt. Wenn häufig bei dem Import von Milchkühen aus diesen günstigen Gegenden in andere trocknere der Milchertrag erfahrungsgemäß, zum mindesten in der ersten Zeit stark nachläßt, so liegt

dies wahrscheinlich nicht nur an den Unbilden, denen die Tiere beim Transport ausgesetzt sind, und an der Verschiedenheit des Futters, sondern auch an dem Übergange aus feuchter in trocknere Luft. Jedenfalls ist die Kenntnis der Luftfeuchtigkeit für die landwirtschaftliche Beurteilung eines Gebietes von Bedeutung und wo die Möglichkeit dazu besteht, kann man auch die regelmäßige Beobachtung der Luftfeuchtigkeit sehr empfehlen.

Daß auch die Kenntnis der vorherrschenden Windrichtung und der Häufigkeit starker Winde für den Landwirt von Bedeutung ist, ist ebenfalls schon von jeher allgemein anerkannt gewesen. Die Bedeutung des Windes liegt einmal für den Landwirt darin, daß er denselben als Kraftquelle zu wirtschaftlichen Zwecken ausnutzen kann. Die Verwendung von Windmotoren ist allerdings in Deutschland bisher noch nicht so ausgebreitet, wie vielfach anderwärts, trotzdem der Wind eine der billigsten Kraftquellen darstellt und trotzdem auch in der neueren Zeit die Konstruktion von Windrädern wirksam verbessert ist, sodaß ein hoher Prozentsatz der Kraft des Windes dabei zur Ausnutzung kommt. Bei der Entscheidung über die Frage, ob die Aufstellung eines Windmotors empfehlenswert ist oder nicht, ist aber in erster Linie die Kenntnis über die Windverhältnisse einer Gegend notwendig. Außerdem ist diese Kenntnis wichtig bei der Getreideernte, indem man die Reihen der Getreidepuppen oder auch die Richtung der Stiegen der vorherrschenden Windrichtung anpassen muß. Endlich muß diese auch beachtet werden bei der Anlage von Kartoffel- und Rübenmieten, indem das Maß des Eindringens der Kälte in dieselben sehr davon abhängt, ob im Winter die kalten Winde vorwiegend darauf hingelenkt sind oder nicht.

Was die Dauer des Sonnenscheins betrifft, so hängt diese auf freien Feldern allein von der Art und der Ausdehnung der Bewölkung ab, sodaß mit der Beobachtung der Wolken auch Anhaltspunkte über das Maß des Sonnenscheins gegeben sind und auch umgekehrt aus der Messung der Sonnenscheindauer Anhaltspunkte für das Maß der Bewölkung. Meistens begnügt man sich ja mit schätzungsweisen Angaben über die Art und die Ausdehnung der Wolkendecke, da diese Beobachtungen wesentlich leichter anzustellen sind, als die direkte Beobachtung der Sonnenscheindauer. Zu dieser letzteren sind schon etwas teuerere Apparate notwendig. Daß nun aber das Messen des Sonnenscheins überhaupt für den landwirtschaftlichen Betrieb, vor allem für den Ackerbau eine große Bedeutung hat, geht schon aus der allgemeinen Betrachtung hervor, daß der Sonnenschein das eigentlich belebende Element für alle pflanzlichen Lebensvorgänge darstellt. Genaue Notizen darüber hat man aber erst in der jüngsten Zeit zur Verfügung gehabt, da man erst die dazu nötigen Apparate seit einigen Jahren besitzt. Jedenfalls ist zu erwarten, wenn erst längere Beobachtungen über die Dauer und, soweit als möglich, auch über die Intensität des Sonnenscheins vorliegen, daß man über die Beziehungen, resp. die Abhängigkeit der Pflanzenproduktion von den Witterungsverhältnissen überhaupt klarer sieht. Bei den vielfachen Untersuchungen, die teils von wissenschaftlicher, teils von praktischer Seite über diesen Zusammenhang zwischen Wetter und Ernteerträgen in neuerer Zeit ausgeführt wurden, wie z. B. u. a. von Dr. Rimpau-Schlanstedt, ergab sich das Resultat, daß man daraus nicht genau angeben konnte, von welchem Witterungsfaktor in erster Linie die Höhe des Ernteertrages abhängt. Das Ziel bestand bei diesen Untersuchungen darin, eventuell soweit zu kommen,

daß man aus der Art des Witterungsverlaufes während eines bestimmten Teils der Vegetation Anhaltspunkte über die Höhe des zu erwartenden Ertrages gewinnen könnte. In dieser Beziehung ist man noch weit von endgiltigen Ergebnissen entfernt. Bei den bisherigen derartigen Untersuchungen waren die Beobachtungen über den Sonnenschein, also über die Dauer und Intensität desselben, aber noch sehr mangelhaft oder auch bisweilen garnicht berücksichtigt. Es ist zu vermuten, daß bei Vermeidung dieses Fehlers größere Klarheit über die maßgebenden Einflüsse, von denen die Höhe des Ernteertrages abhängt, gewonnen wird. Regelmäßige Beobachtungen über die Stärke, die Ausdehnung und die Art der Bewölkung, sowie über die Durchlässigkeit der Luft und in manchen Fällen auch mit Hilfe von Apparaten über die Dauer und Intensität des Sonnenscheins tragen jedenfalls in beachtenswerter Weise zur Klarheit über die landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen im Gebiete eines Landgutes bei.

Bedeutung der Wettervorhersage für den Landwirt.

Die bisher angeführten Punkte beziehen sich auf das Bedürfnis des Landwirtes über die vorhandenen meteorologischen Produktionsfaktoren in seiner Wirtschaft unterrichtet zu sein. Es ist dies ein Ziel bei der Beschäftigung des Landwirtes mit Witterungsfragen, welches nicht zu allen Zeiten und überall in seiner Bedeutung klar erkannt wurde, das aber von außerordentlicher Bedeutung ist, wenn der Landwirtschaftsbetrieb mit der möglichst besten Benutzung der Naturkräfte durchgeführt werden soll. Meistens hat der Landwirt, wenn er über die Bedeutung der Meteorologie in der Landwirtschaft nachdenkt oder verhandelt, mehr die Wettervorhersage im Auge und zwar in erster Linie die Wettervorhersage von einem Tage auf den anderen, wie auch sonstige nicht landwirtschaftliche Kreise darauf bei Behandlung meteorologischer Fragen den größten Wert legen. Tatsächlich greift das überraschende Eintreten irgendwelcher Witterungserscheinungen, sei es Regen, Wind, Frost oder andere, bisweilen außerordentlich störend in die Disposition und die Ausführung der landwirtschaftlichen Arbeiten ein, sodaß oft durch dieses unerwartete Eintreten von störenden Witterungsänderungen Zeitverlust und vergeblicher Arbeitsaufwand, also direkte Unkosten, und andererseits durch Verderben der Feldfrüchte große Wertverluste eintreten, welche vermieden werden könnten, wenn man am Abend vorher oder auch selbst des morgens in der Frühe schon wissen könnte, was an dem betreffenden Tage für Wetter zu erwarten wäre. Bei den bisherigen Bemühungen, dem Landwirte eine diesen Ansprüchen genügende Wettervorhersage zu liefern, hat sich aber gezeigt, daß diese, mag sie nun in Form von wörtlichen Mitteilungen, oder auch in der von sogenannten Wetterkarten dargeboten werden, nur einen genügenden Erfolg hat, wenn derjenige, der sie benutzt, selbst auch über die meteorologischen Zusammenhänge unterrichtet ist. Daneben ist es aber weiter zur besseren Ausnutzung der von Zentralinstituten hergestellten Wettervorhersagen notwendig, daß der Betreffende, der sie benutzen will, auch seinerseits den Witterungsverlauf seiner Gegend, in einigen Beziehungen wenigstens, mit beobachtet. Er muß dabei allmählich kennen lernen, wie gewisse Konstellationen in der Witterungslage über Europa, wie sie von den meteorologischen Zentral-

inſtituten öffentlich bekannt gegeben werden, bei ihm in ſeiner engeren Umgebung die Verhältniſſe geſtalten. Es kann z. B. ſein, daß durch einen vorgelagerten Berg oder ein größeres Gebirge bewirkt wird, daß die Urſachen, die anderwärts Regen hervorrufen, bei ihm dieſe Wirkung nicht haben, daß dagegen bei entgegengeſetzten Bedingungen bei ihm Regen zu erwarten iſt. In dieſer Art ließen ſich mancherlei Beiſpiele anführen, bei welchen in Bezug auf den Zuſammenhang von Urſache und Wirkung in den Witterungserſcheinungen ſchroffe lokale Verſchiedenheiten vorkommen können. Um dieſen Zuſammenhang aber klar zu erkennen, genügt es nicht, daß der Landwirt nur ungefähre Notizen macht, ſondern es ſind dazu etwas genauere Beobachtungen notwendig; beſonders gilt dies für die Menge der Niederſchläge und für die Höhe der Temperatur.

Weiter iſt die Mitwirkung des Landwirts bei der Nutzbarmachung der Wetteroorherſage für ſeine Zwecke notwendig in Bezug auf die Beobachtung des Barometers, alſo des Inſtrumentes zur Meſſung des Luftdruckes. Dieſer letztere hat ja nach unſeren bisherigen Kenntniſſen und in den gewöhnlichen Grenzen wahrſcheinlich keinerlei oder nur eine untergeordnete direkte Bedeutung für das Wachstum der Pflanzen und Tiere, aber er iſt bei der Beurteilung des allgemeinen Witterungsoerlaufes und der Urſachen desſelben der wichtigſte Faktor. Man kann direkt ſagen, daß die Verſchiedenheiten des Luftdrucks die am nächſten liegende Urſache für die Hauptumwälzungen in der Atmoſphäre darſtellen. Dieſe Anderungen des Luftdrucks oerlaufen nun bisweilen ſo ſchnell, daß auch trotz aller modernen Beſchleunigung die Benachrichtigung oon ſeiten eines Zentralinſtituts an Prioatleute nicht ſchnell genug möglich iſt, ſo daß die Mitteilungen in manchen Fällen zu ſpät kommen, alſo zu einer Zeit, in der die Luſtdruckänderungen und ihre Wirkungen bereits eingetreten ſind. Hier iſt es erforderlich, wenn der Landwirt ſich nach Möglichkeit vor derartigen Überraſchungen bewahren will, daß er nicht nur die Wetterkarten anſieht, auf die er entweder ſelbſt abonniert oder die er in den größeren Tageszeitungen vorfindet, ſondern daß er daneben ein Barometer in der richtigen Weiſe ſelbſt beobachtet.

Einen noch größeren Nutzen, namentlich für allgemein wirtſchaftliche Fragen würde nun aber gegenüber der Wetteroorherſage auf kurze Zeit hinaus die für längere Perioden, für mehrere Tage, für Wochen, Monate, halbe oder ganze Jahre bringen. Hier braucht nur angedeutet zu werden, welchen großen Wert für die allgemeinen Dispoſitionen des Landwirtes die Möglichkeit haben würde, im Frühjahre zu wiſſen, ob der Sommer trocken oder feucht, kühl oder warm werden wird, im Herbſt, ob ein ſtrenger oder milder Winter zu erwarten iſt, und Ähnliches über den Verlauf der ſonſtigen, kürzeren oder längeren Perioden des Jahres. Genau bis in alle Einzelheiten und bis auf jeden einzelnen Tag einer ganzen Periode das Wetter vorausſagen zu können, liegt bisher noch völlig außerhalb der menſchlichen Möglichkeit, und dies wird wohl auch noch für einige Zeit weiter zu erwarten ſein. Ausgeſchloſſen iſt es dagegen nicht, daß die nächſte Zeit uns die Möglichkeit bringt, wenigſtens den allgemeinen Charakter der Witterung in einer längeren Periode im voraus angeben zu können.

Von dieſem allgemeinen Charakter des Witterungsoerlaufs in einer Periode hängen nun auch die größeren Geſichtspunkte in der Landwirtſchaft ab, wie an vielen Beiſpielen erwieſen werden kann. Z. B. iſt es von

außerordentlicher Wichtigkeit, in der Getreideernte zu wissen, ob man einer trockenen oder feuchten Periode entgegengeht, wobei es die allgemeinen Dispositionen über die Erntearbeiten noch nicht maßgebend stört, wenn einmal ein vereinzelter Tag mit entgegengesetzter Witterung eintritt.

Um hierin aber möglichst zuverlässig urteilen zu können, ist es für den Landwirt notwendig, daß er den Witterungsverlauf in seiner Gegend ständig beobachtet, um zur möglichsten Klarheit über die Zusammenhänge dabei zu gelangen.

Während nun die kleineren, schneller verlaufenden Änderungen des Wetters in der Hauptsache von der Lage des tiefsten Luftdruckes über einem Gebiete abhängen, also von den sogenannten Tiefdruckgebieten oder Depressionen, steht der allgemeine Charakter der Witterung mehr in Beziehung zu der Lage des höchsten Luftdrucks, also der Hochdruckgebiete oder barometrischen Maxima. Es ist für diese meteorologischen Begriffe als Unterschied charakteristisch, daß sich die Minima oder Depressionen, meistens wenigstens, sehr schnell bewegen, so daß ihr Verhalten für die Wettervorhersage immer nur unsichere Unterlagen bildet, und auch nur für eine kurze Zeit in die Zukunft. Bei ihrer Unbeständigkeit verändern sie sich meistens schon innerhalb eines Tages beträchtlich, und ebenso ist der Weg, den sie bei ihrer Veränderung oder Bewegung einschlagen, wechselnd, sodaß die Wettervorhersage mit ihrer Hilfe immer nur für eine kurze Zeit gilt, und auch da verhältnismäßig unsicher. Die Maxima oder Hochdruckgebiete dagegen zeichnen sich dadurch aus, daß sie relatio langsam wandern und überhaupt nicht so schnellen Änderungen unterworfen sind, wie die Tiefdruckgebiete. Hierauf ist schon wiederholt aufmerksam gemacht worden u. a. von dem französischen Meteorologen Teisserenc de Bort und von dem Meteorologen der deutschen Seewarte in Hamburg, van Bebber. Von dem letzteren ist namentlich eingehend darauf hingewiesen, im Gegensatz zu früher, speziell für unsere Witterungsverhältnisse in Europa mehr die Lage der Maxima oder Hochdruckgebiete ins Auge zu fassen. Er hat im Anschluß daran je nach der Lage der Maxima über Europa fünf Wettertypen unterschieden, je nachdem der höchste Luftdruck über Nordschottland (I) oder über den Ostseeprovinzen Rußlands (III) oder über Ungarn (IV) oder über Südwestfrankreich (V) oder endlich über Zentraldeutschland (II) liegt. Je nachdem einer von diesen Typen vorliegt, gestaltet sich dann, speziell z. B. für uns in Deutschland, die Witterung; und zwar ist im allgemeinen sogenanntes schönes Wetter, also trockene klare Luft bei dem Vorhandensein des Typus II und III, dagegen sogenanntes schlechtes Wetter, also feuchte Luft, Bewölkung und Neigung zu Niederschlägen bei Typus IV und V, während bei Typus I etwa mittlere, zwischen diesen Extremen liegende Verhältnisse vorliegen. Da sich nun die Hochdruckgebiete nur langsam verändern, so kann man aus der richtigen Erkenntnis der Lage des höchsten Luftdrucks die wahrscheinliche Witterungsgestaltung auf etwas längere Zeit hinaus vorher bestimmen, als wenn man nur einseitig auf die Gebiete mit niedrigem Luftdrucke achtet. Indessen führen die Vorschläge von van Bebber auch noch nicht zur Vollkommenheit in Bezug auf die Wettervorhersage, da vor allem außer den fünf Typen noch zahlreiche Zwischenformen möglich sind, bei denen Schlüsse auf die künftige Witterung nur sehr schwierig gezogen werden können. Sodann weiß man natürlich auch nicht, wie lange ein Typus bestehen bleiben wird, da die

Beſtändigkeit einige Male groß, oft aber auch ſehr gering ſein kann. Man weiß alſo nicht, was beim Vorherrſchen eines Typus ſich daraus entwickeln kann und wann eine eventuelle Änderung eintritt.

Die Beobachtungen des Verfaſſers haben nun in dieſer Beziehung zu dem Reſultat geführt, daß eine noch größere und länger dauernde Beſtändigkeit im Vergleich zu den fünf Typen van Bebbers darin liegt, daß der hohe Luftdruck, ſpeziell in Europa, entweder eine ſüdliche oder eine nördliche Lage haben kann. Es hat ſich gezeigt, daß ſich meiſtens auf lange Zeit hinaus der hohe Luftdruck entweder auf einer Linie befindet, die etwa durch Südfrankreich, Öſterreich und Ungarn läuft, oder andernfalls auf einer anderen, die durch Nordſchottland, Südſchweden und Finnland geht. Gerade in den letzten Jahren von 1900—1906 hat ſich beobachten laſſen, daß der Witterungscharakter einer ganzen Jahreszeit, eventuell aber auch ſelbſt eines ganzen Jahres und darüber, dadurch beſtimmt wird, daß der hohe Luftdruck über Europa auf der oben näher bezeichneten nördlichen oder ſüdlichen Linie liegt. Z. B. war in der ganzen Zeit von Ende 1902 bis etwa Anfang Juni 1905 die nördliche Linie für den Aufenthalt des hohen Luftdrucks vorherrſchend. Die Folge war eine ungewöhnlich intenſive Trockenheit in dieſer ganzen Zeit. Von dem letzten Termine ab, alſo etwa vom 6. Juni 1905, dagegen ging der nördliche Typus in den ſüdlichen über, der ſeitdem bis zum Herbſt 1906 vorgeherrſcht hat. Die Folge war in dieſer Periode für Mitteldeutſchland eine ungewöhnliche Häufigkeit von Niederſchlägen, deren Waſſermaſſe ſehr ergiebig war. Es muß aber für dieſe Verhältniſſe durchaus immer wieder betont werden, daß hiervon nicht der Witterungsverlauf in allen Einzelheiten abhängt, ſodaß man etwa pro Tag und Stunde alle Einzelheiten angeben könnte, ſondern der allgemeine Charakter der Witterung. Daß der Witterungstypus, wie er oben für die Jahre 1903 und 1904 als vorwiegend angegeben wurde, ein trockener iſt, iſt in dieſen Jahren auch dem Laien ohne weiteres aufgefallen und wird auch durch die tatſächlich gemeſſene Niederſchlagsmenge beſtätigt, trotzdem natürlich dieſe ganze Zeit nicht etwa völlig frei von Niederſchlägen war und bisweilen Tage, oft auch Wochen mit häufigeren und ergiebigeren Niederſchlägen aufwies. Bei dieſen Unterbrechungen des allgemeinen Charakters war auch meiſtens der hohe Luftdruck aus der nördlichen in die ſüdliche Lage übergegangen, aber immer nach kurzer Zeit wieder in die alte Zone zurückgekehrt. Dasſelbe findet auch bei dem umgekehrten Typus ſtatt; wenn alſo der hohe Luftdruck im Süden iſt und feuchtes wolkiges Wetter herrſcht. Auch hier kommen Unterbrechungen vor, ohne daß, wenn man eine längere Zeit betrachtet, der Typus weſentlich verändert iſt.

Von dieſem allgemeinen Charakter des Wetters hängt nun tatſächlich in der Landwirtſchaft, wie ſich bei näherer Betrachtung zeigt, mehr ab, als von der Geſtaltung des Wetters in allen Einzelheiten und Nuancen, ſoweit ſie von Tag zu Tag in Betracht kommen. Das Vorherwiſſen des Wetters von einem Tage zum andern und in allen Einzelheiten würde natürlich für den Landwirt ebenfalls durchaus nicht unwichtig ſein, und ihn namentlich vor vielerlei kleinen und oft mehr ärgerlichen, als ſchwerwiegenden Schädigungen bewahren. Wenn der Landwirt am Abend vorher z. B. genau weiß, ob in der Nacht Froſt eintreten wird, oder ob es am nächſten Tage früher oder ſpäter regnen wird, und zwar ob ſchwach oder ſtark, oder ob in

der nächsten Zeit starke Hagelfälle, Gewitter oder schädigende Stürme zu erwarten sind, so ist er meistens in der Lage, sich gegen Schädigungen zu schützen oder durch zweckmäßige Dispositionen Schaden zu vermeiden. Es ist dies bei der Frühjahrs- und Herbstbestellung, wie auch in der Getreideernte von beträchtlichem Nutzen. Hierbei ist aber eben die Vorhersage immer nur außerordentlich unsicher, einmal in Bezug auf Eintreten der Erscheinungen überhaupt, dann aber auch in Bezug auf den Grad der Intensität, in welchem die betreffenden Witterungserscheinungen stattfinden können. Dies kann gerade in der Landwirtschaft unter Benutzung der möglichen Vorhersage zu großen Unannehmlichkeiten führen. Bei der Wettervorhersage in Bezug auf Stürme für die Seeschiffahrt, wie auch bei der Vorhersage von Nachtfrösten im Frühjahre, besonders zugunsten der Obst- und Weinplantagen, ist das Vorherwissen einer möglichen Gefahr von großem Nutzen. Wenn aber hier die Vorhersage einmal insofern nicht zutrifft, daß die befürchtete Entwicklung der Witterung nicht eintritt, so wird das vergebliche Ergreifen von Vorsichtsmaßregeln hier nicht als schwerwiegend empfunden. Meist verursachen hier die Vorsichtsmaßregeln sehr geringe Opfer, die im Verhältnis zu den event. vermiedenen Verlusten nicht wesentlich ins Gewicht fallen. In der Landwirtschaft dagegen kann aus vergeblich angewandter Vorsicht bei einer unrichtigen Warnung vor drohenden Witterungsverhältnissen größerer Schaden erwachsen. Wenn z. B. in der Erntezeit für den nächsten Tag Regenwetter angemeldet ist, und demzufolge ein Landwirt das Einfahren des Getreides früh nicht beginnt, so ist es für ihn außerordentlich bedauerlich, wenn etwa die Vorsicht unnötig war, und wenn der angekündigte Regen entweder garnicht, oder nur ganz schwach eintrat. Ein benachbarter Landwirt, der sich vielleicht nicht nach einer Wettervorhersage richtete, hat dann ahnungslos früh begonnen einzufahren, und hat dann, was oft in der Erntezeit sehr wichtig ist, einen Tag gewonnen. Wenn das angekündigte nasse Wetter dann einen Tag später eintritt, so hat derjenige, der sich nach der Vorhersage richtete, dem andern gegenüber direkt beträchtlichen Schaden. Man kann den Versuch, die Wettervorhersage für den nächsten Tag in Bezug auf alle Einzelheiten durchzuführen, für die landwirtschaftliche Praxis direkt als eine gewisse Gefahr bezeichnen, solange sie nicht bis zu größerer Vollkommenheit und Sicherheit entwickelt ist, was bis auf weiteres wohl noch nicht erreicht werden wird. Solange diese Unsicherheit aber besteht, ist die hauptsächlichste Möglichkeit, die Meteorologie in den Dienst der Landwirtschaft zu stellen, darin zu suchen, daß man sich bemüht, auf eine gewisse längere Zeit hinaus, den allgemeinen Charakter anzugeben, wobei sich dann ein größerer Nutzen für die Dispositionen des Landwirts ergeben wird.

Für die Vorherbestimmung und Verfolgung des allgemeinen Witterungscharakters ist nun folgendes erforderlich:

1. Regelmäßige Nachrichten über die Wetterlage, speziell über die Verteilung des Tiefdrucks über einem möglichst großen Teile der Erdoberfläche. Es wird dies ermöglicht durch Wetterkarten, wie sie von meteorologischen Instituten oder Zahlstellen herausgegeben werden. In Deutschland geschieht dies am längsten schon von seiten der deutschen Seewarte in Hamburg, einer Reichsanstalt, welche im allgemeinen Interesse die Nutzbarmachung der Meteorologie für die Schiffahrt, aber auch für sonstige Bevölkerungskreise zu fördern sucht. Die täglichen Zusammenstellungen

der deutschen Seewarte werden von einer größeren Anzahl anderer deutscher meteorologischer Zentralstellen zur Herstellung von Wetterkarten benutzt, die dann viele größere Zeitungen täglich abdrucken. In den meisten Fällen werden sie hierdurch allerdings etwas später den Interessenten zugeführt, als bei direktem Bezuge von der Zentralstelle selbst; jedoch kann auch bei entsprechender Postverbindung bisweilen das Umgekehrte der Fall sein. Die direkt von der Zentralstelle bezogene Karte ist außerdem, verglichen mit denen der Zeitungen, naturgemäß größer und übersichtlicher, sowie auch mit eingehenderen erläuternden Bemerkungen versehen. Es ist aber nur eine Frage der Zweckmäßigkeit in Bezug auf Schnelligkeit der Beförderung und den Preis, ob man die Wetterkarte direkt oder mit Hilfe einer größeren Zeitung beziehen soll.

2. Außer den Wetterkarten werden nun auch in Deutschland von einer Anzahl von Zentralstellen aus an die Post- und Telegraphenstationen Angaben über die Wetterlage mitgeteilt, nicht also in Form von Wetterkarten, sondern von wörtlichen Erklärungen. Diese Mitteilungsform ist natürlich nicht ganz so übersichtlich und bequem zur Orientierung als eine Wetterkarte, sie ist jedoch für denjenigen, der über die Gestaltung von Europa genügend unterrichtet ist und auch sonst die meteorologischen Beziehungen schon etwas näher kennt, oft genügend.

Als Beispiel sei folgende von der Wetterdienststelle Magdeburg für den südwestlichen Teil des von dort aus versorgten Bezirks, und zwar für den 26. September 1906 herausgegebene Wettervorhersage angeführt:

„Still, teils heiter, teils neblig, meist trocken, nachts Frost, tags kühl."

Hieraus ist ohne eigene Beobachtung der Wetterkarten und eines Barometers noch nicht allzuviel für die weitere Gestaltung des Wetters zu ersehen. Auch ist mit solchen wörtlichen Vorhersagen der Übelstand verbunden, daß doch möglichst bestimmte Ausdrücke darin gebraucht werden müssen, und daß diese dann für ein größeres Gebiet gelten sollen und nach der Absendung nicht mehr korrigiert werden können, auch selbst, wenn sofort nachher eine weitere Beobachtung dies erforderte. Diese nachträglichen Korrekturen kann eben nur der Empfänger selbst ausführen, und für diesen Zweck ist es besonders erforderlich, daß er durch Kenntnis der Witterungskunde und durch Anstellung eigener Beobachtungen dazu imstande ist.

3. Um nun möglichst bald die etwaige Umänderung eines herrschenden Typus in einen anderen zu erkennen und außerdem auch die schnell vorübergehenden, einigermaßen wenigstens, vorher zu erkennen, ist die eigene Beobachtung des Barometers unentbehrlich. Man ist damit vor allem in der Lage, in der Zeit, die zwischen der letzten Wetternachricht und der nächstzuerwartenden liegt, die Veränderung des Luftdrucks zu verfolgen. Es hat dies einen besonderen Vorteil für die zweifelhaften Fälle, in welchen die Lage des hohen, wie auch des niederen Luftdrucks so ist, daß sie in den einen oder anderen entgegengesetzten Typus übergehen kann. In diesen speziellen Fällen, die besonders die Ursache für Enttäuschungen in der Wettervorhersage bilden, können die beiden Möglichkeiten, auf die man gefaßt sein muß, vollständig entgegengesetzter Art sein. Es ist in diesen Zweifelsfällen ebensogut möglich, daß für die nächste Zeit ein klarer trockener, im Sommer warmer, im Winter kalter Typus des Wetters eintritt oder auch der völlig entgegengesetzte, also starke Bewölkung, Neigung zu Niederschlägen, im Sommer

kühl, im Winter verhältnismäßig warm. Wenn es auch immer einzelne solcher vollkommen zweifelhaften Fälle geben wird, in denen die Vorhersage besonders schwierig ist, so läßt sich die Zahl derselben doch mit Hilfe eigener Barometerbeobachtungen beträchtlich vermindern.

4. Endlich ist aber, um die vorherige Beurteilung des allgemeinen Witterungscharakters zu erreichen, wie schon oben erwähnt, notwendig, daß auch eigene Beobachtungen von sonstigen Witterungsvorgängen gemacht werden. Man muß unbedingt genau, nicht bloß ungefähr wissen, wie nach dem Verlaufe des Luftdrucks z. B. über Europa das Wetter sich tatsächlich über der Gegend, für die man das Wetter beurteilen soll, entwickelte. Es kann sehr wohl sein, auch in einem engeren Gebiete, wie z. B. in Nord- oder Süddeutschland, daß bei irgend einer Gestaltung des Luftdrucks über Europa die Wirkung bei nicht allzufern von einander liegenden Punkten verschieden ist. Wenn der hohe Luftdruck z. B. im Süden liegt, so kann vielleicht Mitteldeutschland sehr viel Niederschläge erhalten, die Ostseeküste z. B. dagegen beträchtlich weniger, und ebenso, wenn der hohe Luftdruck über Nordwest-Europa liegt, kann es in Mitteldeutschland eventuell zwar häufig, aber im ganzen doch nicht sehr ergiebig regnen, etwas weiter nach Süden dagegen bereits ziemlich reichlich. Es ist eben das festzuhalten, daß die Wirkung gewisser Luftdruckverhältnisse lokal durchaus verschieden sein kann, so daß man, um die Nachrichten über die Luftdruckverteilung, welche die hauptsächlichste Unterlage für die Beurteilung des Wetters darstellen, richtig benutzen zu können, unbedingt Erfahrung darüber braucht, wie die Beziehung von Ursache und Wirkung an dem betreffenden Orte sich gestaltet. Um nun für diese Zwecke das Wetter gründlich beurteilen zu können, ist es durchaus erwünscht, daß auch der Landwirt genauere Beobachtungen der Witterungserscheinung vornimmt. Es gehören dazu in erster Linie Messungen der täglich gefallenen Niederschlagsmenge, weiter Beobachtung des täglichen Temperaturverlaufs, sodann die Art, Beschaffenheit, Ausdehnung und Dichtigkeit der Bewölkung, ferner die Richtung und Stärke des Windes und eventuell auch die Beobachtung der Luftfeuchtigkeit. Um wirklich Nutzen aus diesen Beobachtungen zu haben, ist es aber weiter unbedingt erforderlich, darüber Notizen zu machen, also sich nicht etwa auf das Gedächtnis zu verlassen. Für den Landwirt ist daher in dieser Beziehung zu empfehlen, ein besonderes Notizbuch oder auch einen Teil des Notizkalenders dafür einzurichten, so daß die Beobachtungsergebnisse ständig zur Hand sind. Zur weiteren Übersicht dient es dann, wenn die Resultate der täglichen Notierungen monatsweise auf einem größeren Bogen eingetragen werden, so daß man am Schlusse des Jahres die Zahlen aller Monate nebeneinander hat.

Wie diese Notizen eine größere Sicherheit in der Beurteilung der Wetterlage gewähren und zur Vervollkommnung der Vorhersage dienen, so haben sie auch ihren bereits vielfach anerkannten Wert für die klimatische Beschreibung eines Landguts, resp. eines engeren Gebietes. Man hat darin das Vergleichsmaterial, um z. B. bei Anbauversuchen die Resultate verschiedener Jahre erklären zu können, und man kann auch daraus allgemein wirtschaftliche Fragen vielfach beurteilen, wie z. B. die der eventuellen Neueinführung von Pflanzensorten oder Haustierrassen. Endlich steht in diesen Notizen auch unter Umständen beweiskräftiges Material zur Verfügung bei

Prozessen oder sonstigen Streitigkeiten. Die Frage kommt sehr häufig vor, nachträglich festzustellen, wie an irgend einem bestimmten Termine die Witterungserscheinungen waren, und es ist in solchen Streitfragen für manchen schon sehr wertvoll gewesen, wenn er zufällig durch eine benachbarte Station den Nachweis über irgend welche Witterungserscheinungen führen konnte.

Ausführung der meteorologischen Beobachtungen.

Es soll im nachfolgenden eine Anleitung gegeben werden, wie von seiten des Landwirts Witterungsbeobachtungen zu den oben geschilderten Zwecken ausgeführt werden können. Es sollen dabei zunächst die genauen Vorschriften zugrunde gelegt werden welche in Preußen das Königlich Preußische Meteorologische Institut in Berlin für die offiziellen Stationen, die mit ihm zusammen arbeiten, gegeben hat. Diese Vorschriften beziehen sich naturgemäß auf eine nach Menschenkräften mögliche Genauigkeit der Beobachtungen, da hierbei die Unterlagen für wissenschaftliche Arbeiten geliefert werden sollen. Es wird für rein landwirtschaftliche Zwecke nicht immer erforderlich sein, die vollkommenste, von den amtlichen Stationen geforderte Genauigkeit zu erreichen; es ist aber für eine Anleitung besser, zunächst auf die genaue Form der betreffenden Maßnahmen hinzuweisen, und es ist auch für denjenigen, der sich darnach richten will, immer zweckmäßig, sich zunächst das Bessere klar zu machen und erst allenfalls, wenn die praktische Ausführung die höchste Genauigkeit nicht gestattet, oder nicht erfordert, etwas, wenn auch möglichst wenig davon abzuweichen. Die eigentliche Praxis einer Sache bringt dabei schon von selbst die Milderung der Forderungen, die etwa durch irgend welche Verhältnisse geboten ist. Es soll bei den einzelnen Anleitungen auch darauf aufmerksam gemacht werden, wo und wie weit eventuell eine Abweichung von den strengeren Forderungen zulässig ist.

A. Messung und Beobachtung der Niederschläge.

Im nachfolgenden sollen zunächst die Vorschriften wiedergegeben werden, welche das Königlich Preußische Meteorologische Institut über die Aufstellung und Einrichtung von Regenmessern gibt.[1]) Darin heißt es:

Die Aufstellung des Regenmessers soll an einem Orte erfolgen, wo der Niederschlag, selbst wenn er bei heftigem Winde ganz schräg fällt, doch noch von allen Seiten freien Zutritt zu ihm hat. Ein freier Platz im Ziergarten, ein Gemüsegarten oder ein geräumiger Hof auf nicht abschüssigem Terrain eignet sich dazu am besten.

Gebäude, Mauern, Bäume u. s. w. müssen aber vom Regenmesser mindestens ebensoweit entfernt sein, als sie selbst hoch sind

Dagegen ist es, wie neuerdings angestellte Versuche bewiesen haben, durchaus nicht zweckmäßig, den Regenmesser auf eine ganz freie Wiesen- oder Feldfläche zu bringen, weil er daselbst dem störenden Einfluß des Windes zu sehr ausgesetzt ist.

Ist ein genügend freier und zugleich windgeschützter Platz nicht zu finden, dann darf zur Aufstellung des Regenmessers am ehesten noch ein solcher zugelassen werden, wo nur auf der, der „Wetterseite" entgegengesetzten Richtung obige Bedingungen nicht ganz erfüllt sind, weil von dieser Seite her selten Niederschläge erfolgen. Auf keinen

[1]) Anleitung zur Anstellung und Berechnung meteorologischer Beobachtungen. 2. Aufl. 1. Teil. Berlin 1904, A. Asher u. Co. Seite 18.

Fall aber dürfen auf derjenigen Seite des Regenmeſſers, woher erfahrungsmäßig der meiſte Niederſchlag kommt (alſo je nach der Gegend Süd-, Weſt- bis Nordweſt-Seite), hohe Gegenſtände in größerer Nähe ſich befinden. Der Regenmeſſer würde alsdann, wie man zu ſagen pflegt, in ihrem Regenſchatten ſtehen und viel zu wenig Niederſchläge auffangen. Er ſoll ferner an keinem Punkte ſtehen, wo ſich größere Schneemaſſen zu Windwehen zuſammenhäufen, oder wo umgekehrt ſolcher Zugwind herrſcht, daß der Schnee gar nicht liegen bleibt.

Ferner ſollen größere Höhen, namentlich die früher bisweilen beliebten Aufſtellungen auf Dächern oder Plattformen, durchaus vermieden werden, weil die Stauung des Windes an den Gebäuden aufwärtsſteigende Luftbewegungen veranlaßt und zuſammen mit dem in der Höhe ohnehin ſtärkeren Winde das ungeſtörte Hineinfallen der Regentropfen und Schneeflocken verhindert. Nur dann, wenn der Regenmeſſer auf einem Dache ſo aufgeſtellt werden kann, daß er dem ſtörenden Einfluß des Windes ganz entzogen iſt, darf eine ſolche Aufſtellung zugelaſſen werden.

Fig. 1. Regenmeſſer, Syſtem Hellmann, Modell 1886.

Im Netze des Meteorologiſchen Inſtituts iſt allgemein der Regenmeſſer Syſtem Hellmann, Modell 1886, (Figur 1) eingeführt.

Zu einem Satze dieſer Regenmeſſer gehören zwei Zinkblechgefäße, eine eiſerne Klammer zwecks Befeſtigung, ein Blechdeckel und ein Meßglas; bei ſchneereichen Stationen außerdem zwei Schneeeinſätze.

Jedes dieſer Zinkblechgefäße iſt ein 46 cm hoher, weiß angeſtrichener Zylinder, deſſen $^1/_{50}$ qm = 200 qcm große Auffangfläche von einem ſcharfkantig abgedrehten und koniſch geformten Meſſingringe (Durchmeſſer 159,6 mm) umgrenzt wird. Es beſteht aus zwei Teilen, aus dem oberen Auffanggefäß, das unten mit einem Trichter abſchließt, und aus dem Behälter für die Sammelflaſche, in welcher das durch den Trichter einlaufende Regen- oder geſchmolzene Schneewaſſer bis zur Meſſung verbleibt.

Die Sammelflaſche iſt durch eine 3 cm dicke Luftſchicht von der äußeren, der direkten Beſonnung ausgeſetzten Mantelfläche getrennt, wodurch das in der Sammelflaſche befindliche Waſſer gegen Verdunſtung möglichſt geſchützt wird.

Mittels zweier am Mantel angebrachter Öſen wird einer der beiden Regenmeſſer auf der zugehörigen eiſernen Klammer, welche an einem im Erdboden eingeſetzten Pfahl feſtgeſchraubt iſt, eingehakt. Das zweite Gefäß kommt nur bei Schneefällen zur Verwendung.

Der 195 cm lange und 10 cm ſtarke, vierſeitige Pfahl, welcher oben ſenkrecht zur Längsrichtung abgeſchnitten iſt, wird bis zu 1 m Tiefe in das Erdreich, möglichſt nach den Himmelsrichtungen orientiert eingeſetzt. Auf ſeiner Nordſeite iſt alsdann, unmittelbar am oberen Ende, die eiſerne Klammer ſo anzuſchrauben, daß die Oberfläche des eingehakten Regenmeſſers genau horizontal und in 1 m Höhe über dem Erdboden liegt; nur in Oſtpreußen und im Gebirge iſt wegen der hohen Schneedecke eine größere Höhe von 1,25—1,50 m fachlich geboten. Das obere Ende des Pfahles muß einige Zentimeter unterhalb der Auffangfläche des Regenmeſſers liegen, damit Regentropfen, Hagelkörner u. ſ. w. nicht von da in das Gefäß überſpritzen können. Es empfiehlt ſich der Haltbarkeit wegen, den Pfahl aus Eichenholz anfertigen, mit Karbolineum ſtreichen und das in die Erde kommende Ende ankohlen und teeren zu laſſen.

Was nun die eigentliche Meſſung der Niederſchlagsmengen betrifft, ſo iſt dabei zunächſt zu beachten, daß man dieſelben ſo berechnet, wie ſie die Erdoberfläche bedecken würden, wenn das Waſſer weder verdunſtete

noch in den Boden einſickerte oder ſeitlich abflöſſe. Die Niederſchlagsmenge wird alſo in der Höhe der Schicht angegeben, in welcher das Waſſer auf dem Erdboden ſtehen bleiben würde, ausgedrückt in Millimetern. In demſelben Maße drückt man auch die Waſſermaſſe aus, welche Schnee, Hagel, Graupeln und ähnliche feſte Niederſchläge liefern, wenn ſie geſchmolzen ſind. Zum Beiſpiel bedeutet es, wenn man von einem Regen von 10 mm ſpricht, daß das Waſſer desſelben die Erdoberfläche 10 mm hoch bedecken würde. Wenn man dieſe Regenmeſſung auszuführen beginnt, ſo iſt man meiſtens überraſcht, wie ſchwach die Waſſerſchicht iſt, welche durch einen ſcheinbar ſtarken Regen geliefert wurde. Man muß aber beachten, daß ein Quantum z. B. von 10 mm = 1 cm Regenhöhe auf größere Flächen, z. B. Morgen oder Hektar, berechnet, doch ſehr große Waſſermaſſen darſtellt. Ein Niederſchlag von 10 mm Höhe liefert pro Hektar bereits 100 cbm = 100000 Liter Waſſer.

Man kann etwa rechnen, daß in 24 Stunden eine Niederſchlagsmenge

bis 2 mm zu bezeichnen iſt als ſchwacher Regen,
bis 10 mm als mittlerer Regenfall
von 10 bis 20 mm als ſtarker,
von 20 bis 30 mm als ſehr ſtarker

und darüber als einen ſolchen, der zu überſchwemmungsähnlichen Erſcheinungen führen kann und vielfach als Wolkenbruch bezeichnet wird. Im allgemeinen kann man im Flachlande die Fälle als ſehr ſelten bezeichnen, in denen die Niederſchlagshöhe, welche an einem Tage fällt, über 50 mm hinausgeht, während in Gebirgen und in ſüdlichen, beſonders tropiſchen Gegenden bedeutend größere Tagesmengen vorkommen. So wurde am 29. und 30. Juli 1897 an 3 Punkten des Rieſengebirges in 24 Stunden eine Niederſchlagshöhe von 250 mm gemeſſen; in den Tropen ſind ſchon bisweilen ſolche bis 500 mm beobachtet worden.

Zur Meſſung der Niederſchlagsmenge dient der oben beſchriebene Regenmeſſer. Dabei mißt man flüſſige Niederſchläge, alſo Regen oder Schnee, Graupeln und Hageln, ſoweit dieſe drei ohne weiteres nach dem Niederfallen ſchmelzen, in der Weiſe, daß man den oberen Teil, das eigentliche Auffanggefäß des Regenmeſſers, abhebt, aus dem unteren Behälter die Sammelflaſche heraus nimmt und deren Inhalt vorſichtig in das zum Inſtrument gehörige und bei der Lieferung beigegebene Meßglas ausgießt. Dieſes iſt ſo geteilt, daß man direkt die Regenhöhe ableſen kann, und zwar an den angegebenen Zahlen 1—10 die Zahl der ganzen Millimeter und an den dazwiſchen angebrachten Zehntelteilen die Zehntelmillimeter. Hat es mehr als 10 mm geregnet, ſo muß man natürlich beim Meſſen das Gefäß zunächſt bis zum 10 Millimeterſtrich vorſichtig füllen, dann erſt entleeren und ſchließlich den Reſt meſſen. Bei einem Regenfall von 53,6 mm hat man z. B. das Meßglas 5 mal bis zum 10 Millimeterſtrich zu füllen und dann noch 3,6 mm zu meſſen. Um Irrtümern vorzubeugen, die durch das Zählen der Füllungen des Glaſes entſtehen können, empfiehlt es ſich, das Waſſer nicht ſofort wegzuſchütten, ſondern in ein Gefäß, am beſten in den unteren Behälter des Regenmeſſers zu gießen, um, wenn Bedenken über die Richtigkeit des Meſſens entſtehen ſollten, die Meſſung zu wiederholen.

Beim Ablesen der Höhe, bis zu der das Meßglas gefüllt ist, muß darauf geachtet werden, daß das Glas senkrecht steht, was am besten dadurch erreicht wird, daß man es auf den horizontal abgeschnittenen Pfahl stellt, an welchem der Regenmesser aufgehängt ist. Ferner ist es unbedingt notwendig, daß sich beim Ablesen das Auge des Beobachters in gleicher Höhe mit der Oberfläche des eingegossenen Wassers befindet, sodaß man also mit einem Auge über die Oberfläche des Wassers hinvisiert. Da die Marken an der Außenfläche des Glases angebracht und die Wandungen ziemlich stark sind, so macht man, wenn man nicht horizontal und nicht mit einem Auge visiert, beim Ablesen leicht einen beträchtlichen Fehler. Die Wasseroberfläche selbst, die beobachtet werden muß, ist nun aber nicht eben und von der Seite gesehen gerade, sondern an der Glaswand infolge der Benetzung derselben nach aufwärts gebogen. Maßgebend für das Ablesen ist der mittlere, also tiefste Teil der gekrümmten Oberfläche, da für diese Art der Ablesung die Marken angebracht sind. Nachdem die Messung stattgefunden hat, setzt man die Sammelflasche wieder in den unteren Teil des Regenmessers ein und das Auffanggefäß wird dann wieder eingehängt.

Für die Messung von Niederschlägen in Form von Schnee, Hagel und Graupeln ist darauf zu achten, ob zur Zeit der Ablesung bereits alles geschmolzen ist und ob das daraus entstandene Wasser sich vollständig in der Sammelflasche befindet. Ist dies der Fall, so kann die Messung in derselben Weise geschehen wie beim Regen; ist aber in dem Auffanggefäß noch etwas nicht geschmolzene Masse vorhanden, so muß der ganze Regenmesser, also Ober- und Unterteil zusammen abgehakt und durch ein zweites Exemplar ersetzt werden. (Bei dem oben beschriebenen Regenmesser wird für diesen Zweck die ganze Einrichtung ohne weiteres doppelt geliefert, was in der Preisberechnung mit berücksichtigt ist). Der mit Schnee u. s. w. gefüllte Regenmesser wird sofort in einen mäßig erwärmten Raum gestellt, aber nicht in die Nähe eines stark geheizten Ofens, und mit einem Deckel bedeckt, damit während des Schmelzens der Verlust durch Verdunstung nicht zu groß wird. Nach völliger Schmelzung des Schnees, Hagels oder der sonstigen Eiskörnchen wird dann das entstandene Schmelzwasser ebenso wie sonst Regenwasser mit dem Meßglase gemessen. In den Fällen, in denen nach einem Regenfall plötzlich starkes Frostwetter eintritt und das Wasser in der Sammelflasche friert, muß das Wechseln des Regenmessers natürlich in der gleichen Weise stattfinden, wie beim Schneefall.

Die Messung der Niederschläge findet am besten regelmäßig *zu derselben Tagesstunde* statt. Wenn man die Resultate mit den an den offiziellen Stationen bestimmten vergleichen will, ist es zweckmäßig, dafür die Zeit um 7 Uhr morgens zu wählen, da diese die sonst bei den meteorologischen Beobachtungen vorgeschriebene Zeit ist. Es ist auch durchaus dabei zu raten, den Regenmesser regelmäßig täglich um die bestimmte Zeit nachzusehen, auch wenn man nach sonstigen Beobachtungen glauben könnte, daß es nicht geregnet hatte. Namentlich in warmen Sommernächten kommen bisweilen schwache Regenfälle vor, deren Spuren auf dem Erdboden früh beim Beobachten bereits völlig verschwunden sind; auch werden bisweilen durch starken Nebel, Tau und Reif meßbare Niederschläge geliefert, welche auch bei der Gesamtmenge mit zu berücksichtigen sind, also ebenfalls gemessen werden müssen.

Höhe der Schneedecke.

Für manche Zwecke ist es erwünscht, Messungen und Aufzeichnungen über die Höhe der Schneedecke auszuführen. Die Stärke und die Dauer der Schneebedeckung im Winter ist namentlich für die Winterfrüchte von Bedeutung, indem durch zu lange dauernde Schneedecke das Ausfaulen von Winterroggen, von Raps, Klee u. a. oft bemerkt wird. Es ist daher auch für den Landwirt zweckmäßig, wenn er neben der Regenmessung mit Hülfe eines Meßstockes, sobald Schnee vorhanden ist, an einer ebenen Bodenstelle die Höhe der Schneedecke mißt. Es ist dabei gut, wenn man an einer sonst schon horizontalen und ebenen Stelle vielleicht noch ein gerades Brett im Herbst festlegt, auf dem dann die Höhenmessung stattfinden kann.

Von großer Wichtigkeit ist es dabei auch, ob der Schneefall auf bereits gefrorenen oder auf offenen Boden stattfindet. Wenn eine starke Schneeschicht auf nassem, nicht gefrorenen Boden längere Zeit, eventuell einige Monate lagert, so sind daselbst die über Winter auf dem Felde stehenden Früchte in besonders hohem Maße der Gefahr des Ausfaulens ausgesetzt, viel mehr, als wenn bereits einige Zeit vorher durch Frostwetter die Vegetation in den Ruhezustand gebracht ist. Ferner setzt sich der nicht bestellte Boden, der ungefroren längere Zeit unter einer Schneedecke liegt, außerordentlich fest zusammen, so daß es, namentlich bei bindigem Boden im Frühjahre bedeutend schwerer hält, ihn durch die Bestellungsarbeiten in einen guten Zustand zu bringen. Es müssen sich also an die Zahlen für die Niederschlagshöhe noch im Winter die für die Höhe der Schneedecke schließen, und ebenso eine kurze Angabe, ob die Schneedecke auf gefrorenen oder nicht gefrorenen Boden gefallen ist.

B. Beobachtung der Temperatur.

An den offiziellen meteorologischen Stationen, welche an das Königlich Preußische Meteorologische Institut angeschlossen sind, werden zur Beobachtung der Temperatur drei Thermometer verwendet, nämlich einmal ein gewöhnliches, welches alle Veränderungen der Temperatur momentan anzeigt, und an welchem man den augenblicklichen Stand zu jeder Zeit ablesen kann; außerdem aber noch zwei Thermometer, welche automatisch die äußersten Grenzen der Veränderungen des Thermometerstandes im Laufe eines Zeitraumes festhalten und einige Zeit nachher noch ablesen lassen. Diese zwei letzteren Thermometer sind ein Maximum- und ein Minimumthermometer. Wenn man diese also zu irgend einer Tageszeit, z. B. wie es üblich ist, 9 Uhr abends, abliest, so erkennt man daran, wie hoch in den 24 Stunden bis dahin die niedrigste, bezw. die höchste Temperatur gewesen ist. Man nennt die Minimum- und Maximumthermometer auch die Extremthermometer, da sie eben für eine bestimmte Zeit die Extreme der Temperatur anzeigen. Für landwirtschaftliche Zwecke haben diese Angaben über die höchste und niedrigste Temperatur im Laufe von 24 Stunden noch einen beträchtlich höheren Wert als die Angaben über die augenblickliche Temperatur. Ein Thermometer, welches diese letztere angibt, pflegt ja auch sowieso im Besitze und im Gebrauche der meisten Landwirte zu sein, da man für vielerlei Zwecke die Kenntnis der augenblicklichen Temperatur gebraucht. Für rein wirtschaftliche Zwecke, sowohl betreffs der Beurteilung von Frostschäden, als auch der Trocknungsverhältnisse in der

Ernte und für manche andere Gelegenheiten, ist es dagegen wichtiger zu wissen, welches die niederste und welches die höchste Temperatur gewesen ist. Man kann für landwirtschaftliche Zwecke den Gebrauch dieser Maximum- und Minimum-Thermometer als in erster Linie erforderlich bezeichnen.

Die Angaben der Extremthermometer sind nun sehr verschieden je nach der Aufstellung derselben. Am intensivsten ist die Abkühlung, sowie auch die Erwärmung, wenn man das Thermometer dicht auf oder über dem Erdboden frei aufstellt, also ohne irgend eine Bedeckung. Die freie Bodenoberfläche kühlt sich, besonders in klaren Nächten, viel stärker ab als die darüber befindliche Luft, welche in ihrer Temperatur erst allmählich der des Erdbodens nachfolgt. Es kommt z. B. vor, daß die Luft in einer Höhe von 2 Meter über dem Boden in einer Nacht nur bis 3 Grad abgekühlt war, die benachbarte Bodenoberfläche dagegen auf 0 oder sogar auf — 1 Grad. Ebenso wird auch oft Reif beobachtet, wenn die niedrigste Temperatur der Luft, ebenfalls in 2 Meter Höhe gemessen, noch über 0 lag. Es ergibt daher einen bedeutenden Unterschied zwischen den Angaben eines Minimum-Thermometers, welches in einer gewissen größeren Höhe über dem Erdboden unter Bedeckung, also geschützt vor der Ausstrahlung in den Weltenraum aufgestellt ist, oder dicht auf dem Erdboden ohne Schutz; ähnliche Gesichtspunkte gelten auch für das Maximum-Thermometer.

Für landwirtschaftliche Zwecke haben nun die Beobachtungen der Extremthermometer unter beiden Arten der Aufstellung eine Bedeutung. Die Angaben des frei und dicht über der Bodenoberfläche befindlichen Maximum- und Minimum-Thermometers geben einen annähernden Aufschluß über die Temperaturveränderungen der Bodenoberfläche selbst; allerdings nur einen annähernden, da die Bodenoberfläche selbst sich bei der Einstrahlung der Sonnenwärme und bei der Ausstrahlung der eigenen Wärme wesentlich anders verhält als die Glasoberfläche der Thermometerkugel. Die rauhe und mehr oder weniger dunkelgefärbte Oberfläche des Erdbodens kühlt sich in klaren Nächten, in denen die Wärmeausstrahlung am stärksten ist, bedeutend mehr ab, und erwärmt sich andererseits auch mehr unter dem Einfluß des direkten Sonnenscheines als eine Glasoberfläche. Wenn daher, wie es gewöhnlich geschieht, die frei und dicht über dem Erdboden aufgestellten Strahlungs-Extremthermometer die blanke Glasfläche der Strahlung aussetzen, so sind die von ihnen angezeigten Temperaturextreme immer noch beträchtlich geringer als die der obersten Erdfläche selbst. Stellt man andererseits Extremthermometer auf, deren Kugel ganz wenig mit Boden bedeckt ist, indem sie flach unter die Erdoberfläche eingegraben sind, so ist auch bei flachster Unterbringung doch immer schon eine beträchtliche Bodenschicht darüber und diese selbst nur schwer in gleicher Weise herzustellen. Das Quecksilber im Thermometergefäß wird sich daher in sehr verschiedener Weise durch die Strahlung beeinflussen lassen. Um diese Ungleichmäßigkeit zu vermeiden, hat der Verfasser bei seinen vielfachen derartigen Beobachtungen außer einfachen Thermometern mit glänzender Kugel in der freien Luft auch solche der Strahlung ausgesetzt, deren Kugeln mit Hilfe von Kanadabalsam mit einer dünnen Schicht desjenigen Bodens überzogen waren, dessen Strahlungsverhältnisse geprüft werden sollten. Es ist bei dieser Anordnung möglich, eine gleichmäßige und äußerst dünne Schicht des betreffenden Bodens herzustellen, sodaß einerseits die gewünschte Bodenfläche für die Ein- und Ausstrahlung erzielt und

andererseits die Strahlungswirkung möglichst unmittelbar auf die Thermometerkugel selbst übertragen wurde. Als bei längeren Beobachtungsreihen hellgelber Löß und dunkler Torfboden in dieser Weise verwendet wurde, zeigte sich eine bedeutende Überlegenheit der so präparierten Strahlungsflächen gegenüber den Thermometern mit glänzender Kugel, wie es aus nachstehenden herausgegriffenen Beispielen hervorgeht.

Temperatur-Maximum im Mittel:

	Frei aufgestellte Thermometer		
1906	mit glänzender Kugel	mit Torf überzogen	Differenz
Januar	6,2	6,3	0,1
Februar	5,5	6,2	0,7
März	9,2	10,9	1,7
April	17,7	20,3	2,6
Mai	23,4	26,2	2,8
Juni	24,6	26,9	2,3
Juli	26,2	28,5	2,3
August	26,6	29,0	2,4
September	20,7	22,6	1,9

Es ist nun eine zweite Frage, was für eine Bedeutung die Temperaturverhältnisse in der obersten Bodenschicht für die landwirtschaftlichen Zwecke besitzen. Es handelt sich nebenbei in erster Linie um den Keimungsvorgang nach der Aussaat der Feldfrüchte. Derselbe steht umsomehr unter dem Einflusse der Strahlungsvorgänge der Bodenoberfläche, je flacher die Saat in den Boden gebracht ist, während bei tieferer Unterbringung die geringe Wärmeleitungsfähigkeit des Bodens die Gegensätze sehr bald vermindert. Eine veränderliche Temperatur ist nun aber andererseits für den keimenden Samen durchaus erwünscht oder sogar notwendig; es ist in der neueren Zeit bekannt geworden, daß die Keimung bei gleichbleibender Temperatur weniger energisch vor sich geht als bei wechselnder (intermittierender) Temperatur. Es ist anzunehmen, daß das keimende Samenkorn bei seiner starken Atmungstätigkeit in höherer Temperatur Pausen braucht, um den Verlust an Atmungsstoffen durch weitere Aufschließung von Bestandteilen auszugleichen. — Was auf der anderen Seite das eigentliche Erfrieren von entwickelten Pflanzen selbst betrifft, so neigt man vielfach der Ansicht zu, daß dieses in gleicher Linie mit den Temperaturveränderungen der Oberfläche des Bodens und anderer ähnlich ausgesetzter Gegenstände verläuft, also mehr oder weniger unabhängig von der eigentlichen Lufttemperatur. Demgegenüber steht nun aber die Beobachtung, daß dies Erfrieren von empfindlichen Pflanzen, wie z. B. Paeonien (Dahlien), Gartenbohnen (Phaseolus), Kartoffeln u. a. noch nicht eintritt, wenn die Lufttemperatur über Null liegt, dagegen die Oberfläche des Bodens, der Dächer u. s. w. mit Reif bezogen ist. Daß dieser Unterschied in der Abkühlung fester Gegenstände möglich ist, wurde oben eingehend ausgeführt. Das Erfrieren von empfindlichen Pflanzen tritt vielmehr erst in stärkerem, eigentlichen Schaden darstellenden Grade auf, wenn die Lufttemperatur selbst ebenfalls unterhalb des Nullpunktes sinkt. Bei Kartoffeln z. B. beobachtet man auf hügeligen Feldern, daß sie an den höheren Stellen, wo die Ausstrahlung ganz besonders begünstigt ist, bisweilen

gar nicht oder zum mindeſten bedeutend weniger unter einem Froſt leiden, als an den tieferen Stellen, wo die Ausſtrahlung aus verſchiedenen Gründen gering iſt. Es iſt hier die Urſache für das Erfrieren das Zuſammenſtrömen von kalter Luft, welche von den höheren Stellen herabſinkt und ſich in der Tiefe dann längere Zeit erhält. Auch die Vornahme von Ackerarbeiten wird meiſtens durch einfachen Reif nicht weſentlich erſchwert oder verhindert, dagegen meiſtens erſt dann, wenn die Lufttemperatur unter den Gefrierpunkt geſunken iſt. Ich möchte aus dieſen Gründen, denen noch manche weitere angefügt werden können, dafür eintreten, daß für landwirtſchaftliche Zwecke die Meſſung und Beobachtung der Temperaturextreme, alſo des höchſten und tiefſten Standes des Thermometers, in der Luft, aber im Schatten die größte Bedeutung hat, gegenüber der Beobachtung der Ein- und Ausſtrahlung an einem frei nach dem Himmelsraume zu ausgeſetzten Thermometer. Dieſe Beobachtung der Extremtemperaturen „im Schatten," alſo unter einer luftigen Bedeckung iſt überdies auch die bei den offiziellen meteorologiſchen Stationen übliche Methode, ſodaß alſo die darnach vom Landwirt gewonnenen Reſultate auch mit denjenigen der erwähnten Stationen verglichen werden können. Ein im Schatten aufgeſtelltes Thermometer zur augenblicklichen Ableſung, alſo in der gewöhnlichen im Handel erhältlichen Form, hat ja wie ſchon erwähnt wurde, auch ſonſt meiſtens bereits ein Landwirt und die daran ausgeführten Beobachtungen werden wohl faſt in jedem Landwirtſchaftsbetriebe benutzt. Die Notierung von augenblicklichen Ableſungen hat jedoch für landwirtſchaftliche Zwecke einen etwas geringeren Wert, da ſie dem Zufalle des Augenblicks unterworfen ſind, während ſie ſonſt für allgemein verwendbare meteorologiſche Beobachtungen natürlich ſehr wichtig ſind. Dagegen iſt von bedeutend größerem Nutzen für den Landwirt die Beobachtung der Extremthermometer, welche alſo für eine beſtimmte Zeit die höchſte und niedrigſte Temperatur anzeigen, in der oben geſchilderten Weiſe aufgeſtellt, ſodaß ihre Angaben ſich auf Lufttemperatur, nicht auf die Strahlungstemperatur beziehen. Mit einer gewiſſen Genauigkeit ſind die Angaben über die höchſte und niedrigſte Temperatur in 24 Stunden auch geeignet, die Mitteltemperatur des Tages zu berechnen, indem man das arithmetiſche Mittel zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Stande berechnet. Es gibt ja für die wiſſenſchaftliche Meteorologie noch bedeutend genauere Methoden zur Berechnung des Tagesmittels der Temperatur, aber auch die Genauigkeit der Berechnung mit Hilfe der Temperaturextreme iſt eine leidliche und für landwirtſchaftliche Zwecke ausreichende. Ich möchte alſo zur Beobachtung der Temperaturverhältniſſe für landwirtſchaftliche Zwecke zunächſt nur die Beobachtung der höchſten und niedrigſten Lufttemperatur in 24 Stunden empfehlen.

a) Aufſtellung der Thermometer.

Damit die Thermometer die wirkliche Temperatur der Luft und nicht etwa die Strahlungstemperatur der Sonne angeben, iſt es notwendig, ſie ſo aufzuſtellen, daß ſie gegen direkten Sonnenſchein geſchützt ſind. Wenn die Thermometer daher an einem Fenſter, überhaupt an einem Gebäude angebracht werden ſollen, wo natürlich die Beobachtung eventuell vom Zimmer aus verhältnismäßig bequem ausgeführt werden kann, ſo eignet ſich die Nordfront eines Gebäudes dazu am beſten. Dieſe bleibt im Winterhalbjahr

vollständig ohne Sonnenſchein. Im Sommerhalbjahr dagegen wird ſie in den Früh- und Abendſtunden von den Sonnenſtrahlen getroffen, da im

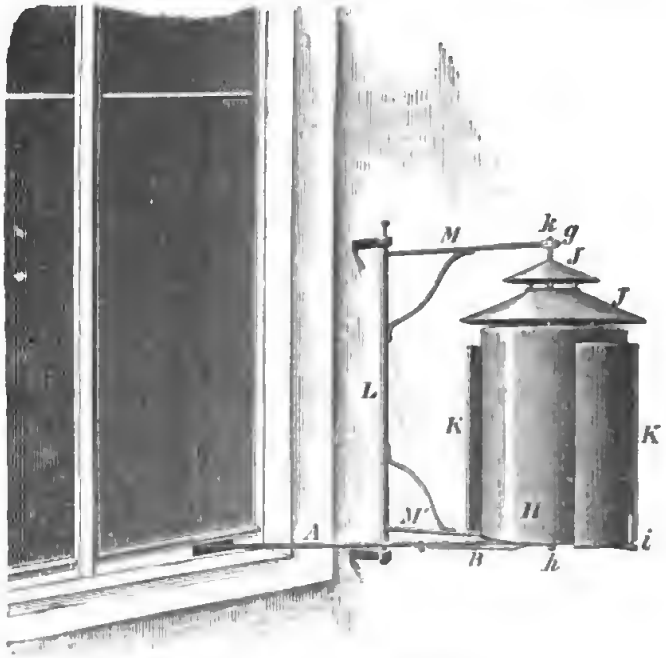


Fig. 2. Thermometergehäuſe.

Sommer der Aufgang und Untergang der Sonne nördlich vom Oſt- und Weſtpunkte des Horizontes ſtattfindet. Wenn ſich die Temperaturbeobachtung

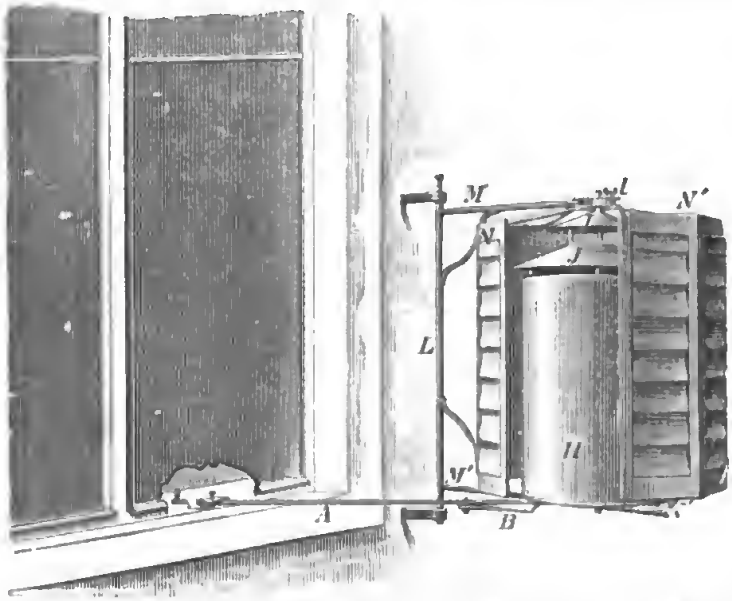


Fig. 3. Thermometergehäuſe mit Blechjalouſien zur Abhaltung der Sonnenſtrahlung.

auf die Maximum- und Minimum-Temperaturen beſchränkt, ſo hat die Sonnenbeſtrahlung derſelben in den Früh- und Abendſtunden im allgemeinen

nur selten einen Nachteil. Die Sonnenstrahlen treffen das Maximumthermometer an der Nordseite eines Gebäudes nur, wenn die Sonne nicht weit über dem Horizonte steht, so daß ihre Wirkung verhältnismäßig schwach ist und nur selten über die Maximaltemperatur des Tages hinausgeht. Andererseits liegt die Minimaltemperatur eines Tages meistens in der Zeit vor Sonnenaufgang, so daß im Sommer der Sonnenschein die Angaben des Minimumthermometers nicht nachteilig beeinflußt. Die geringen Einwirkungen der seitlichen Sonnenbestrahlung auf der Nordseite des Gebäudes sind aber eventuell durch Anbringung eines oder zweier Schirme von schwachen Holzbrettern zu vermindern. Im übrigen ist darauf zu sehen, daß die Nordseite des Gebäudes, an der außen an einem Fenster die Thermometer angebracht werden sollen, nicht von gegenüberliegenden oder anderen benachbarten Baulichkeiten her durch Wärmerückstrahlung beeinflußt wird. Dabei ist wünschenswert, daß das Fenster, an dem sich die Thermometer befinden sollen, mindestens 2 m über dem Erdboden und mindestens 3 m unter der Dachkante des Hauses liegt. Unter ihm darf, da auch die künstlichen Einflüsse auf die Temperatur der Luft vermieden werden müssen, nicht etwa eine Küche, ein Maschinenraum, eine Aschengrube oder auch ein Eiskeller liegen.

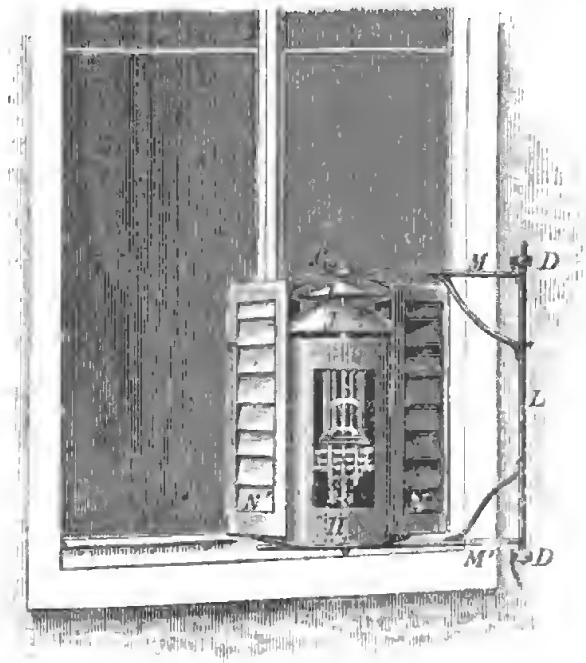


Fig. 4.
Thermometergehäuse, an das Fenster herangezogen und geöffnet zur Ablesung der Instrumente.

Im einfachsten Falle können die Maximum- und Minimum-Thermometer frei vor dem Fenster mit Hülfe eines Metallgestells angebracht werden, höchstens wie schon erwähnt, geschützt durch seitliche Schirme, eventuell auch noch durch einen darüber angebrachten. Will man die Aufstellung der Thermometer aber etwas sicherer ausführen, so daß die Instrumente vor Regen, Schnee, Hagel und sonstigen gewaltsamen Beschädigungen geschützt sind, so eignet sich sehr gut dafür die Benutzung eines Normalgehäuses (Figur 2—4), wie es vom Königlich Preußischen Meteorologischen Institute in Berlin für die offiziellen staatlichen Beobachtungsstationen empfohlen wird. Dasselbe ist außerordentlich praktisch konstruiert, so daß es einmal die Ablesung der Thermometer sehr bequem gestattet, andererseits diese letzteren sehr wirksam schützt und endlich doch der atmosphärischen Luft genügend Zutritt gewährt, so daß die Angaben der Thermometer die richtige Lufttemperatur darstellen. Die allgemeine Form des Gehäuses, welches durch die Vermitte-

lung eines Mechanikers bezogen werden kann, ist in der von dem Königlich Preußischen Meteorologischen Institute herausgegebenen „Anleitung“ [1]) beschrieben. Die Beschreibung soll nach der genannten Anleitung hier angeführt werden:

„Ein weißgestrichener Zylinder aus starkem Zinkblech von 55 cm Höhe und 35 cm Durchmesser hat ein doppeltes, für die Luft durchgängiges, kegelförmiges Dach von 20 cm Höhe. In die Seitenwände des Gehäusekörpers sind zwei einander gegenüberstehende Öffnungen eingeschnitten, welche durch zwei um 4 cm vom Gehäuse abstehende Vorsatzschalen gedeckt werden. Nach unten ist das Gehäuse durch einen Boden begrenzt, welcher einen Raum von 5 cm Breite ringsum für den freien Zutritt der Luft offen läßt. Durch das Gehäuse geht als Achse, fest mit ihm verbunden, eine senkrechte Rundeisenstange, deren oberes und unteres Ende in den wagrechten Armen eines Trägergestelles drehbar befestigt ist und durch Schraubenmuttern festgehalten wird. Die Trägerarme haben eine Länge von 52 cm und sind mit einer starken senkrechten Eisenstange fest verbunden, welche in zwei kräftigen eisernen Bolzen drehbar ist. Letztere werden gegen 15 cm tief in das Mauerwerk der für die Aufstellung bestimmten Wand eingegipst, oder, wo dies nicht ausführbar ist, mittels einer angenieteten Platte angeschraubt.

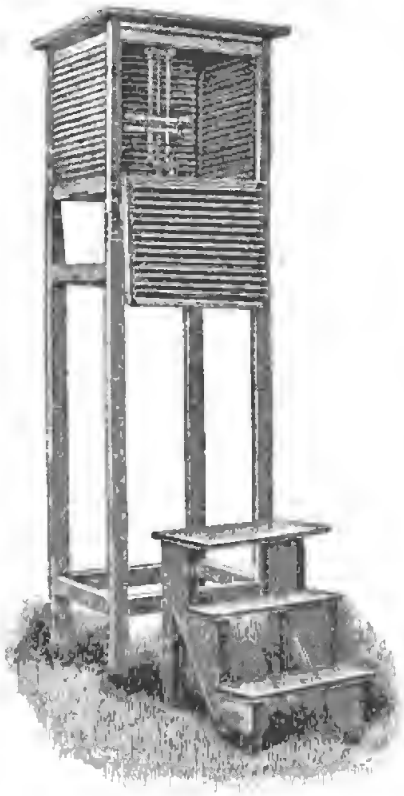


Fig. 5. Englische Hütte.

Auf der unteren Seite des Gehäuses befindet sich eine Schienenvorrichtung, welche mit dem einen Arme an dem wagrechten Träger, mit dem anderen an dem Gehäusekörper selbst angreift. Eine Zugstange geht nach dem Fensterrahmen und ist durch einen Schlitz desselben nach innen geführt. Wird diese Zugstange nach innen hinein gezogen, so bringt sie das Gehäuse an das Fenster heran und öffnet jenes selbsttätig zur Ablesung.“

Innerhalb des Gehäuses befindet sich eine senkrechte Mittelachse, an der durch Schrauben Klammern befestigt sind, von denen die wagrecht stehenden zur Einlagerung der Extremthermometer — Maximum- und Minimumthermometer — dienen, wobei diese letzteren durch eine Feder festgehalten werden. Bei der Einlegung der Thermometer ist darauf zu achten, daß das Maximumthermometer etwas geneigt liegt und zwar mit dem Gefäß eine Kleinigkeit, vielleicht wenige Millimeter tiefer als mit dem oberen Ende. Außerdem ist es wichtig, daß die unteren Gefäße der Thermometer möglichst weit von der Gehäusewandung im Innern entfernt liegen, damit sie nicht durch die Temperatur der Wandung beeinflußt werden. Die Wände selbst können unter verschiedenen Verhältnissen sowohl bisweilen wärmer, als auch andere Male kälter als die Luft sein.

Wo eine Aufstellung der Thermometer außen an einem Fenster nicht angängig erscheint, ist zur Unterbringung derselben eine Hütte (Figur 5)

[1]) Anleitung zur Anstellung und Berechnung meteorologischer Beobachtungen, herausgegeben vom Königlich Preußischen Meteorologischen Institut. 2. Auflage I. Teil. Beobachtungen der Stationen II. und III. Ordnung. Berlin 1904. A. Ascher u. Co. (Preis 2 ℳ) Seite 8.

außerordentlich zweckmäßig, welche z. B. in einem größeren Garten oder Hofraum, möglichst weit von Gebäuden und Bäumen aufzustellen ist. Wählt man hierfür die ebenfalls vom meteorologischen Institute empfohlene Normalhütte oder sogenannte „englische Hütte," so kann die Aufstellung der Thermometer in einer solchen als die beste und zuverlässigste angesehen werden, auch noch sicherer als die in einem beweglichen Gehäuse vor einem Fenster. Gegenüber der letzteren Aufstellung ist nur mit der Hütte die Unbequemlichkeit verbunden, daß die Beobachtung der Thermometer nicht, wie bei der Fensteraufstellung, vom Zimmer aus geschehen kann. Die englische Hütte besteht im wesentlichen aus einem seitlich durchbrochenen Holzkasten, meist von 60 cm Breite, 40 cm Tiefe und 60 cm Höhe, welcher auf ein vierbeiniges, auf der Erde befestigtes Gestell aufgesetzt ist. Die genauere Beschreibung derselben ist nach der genannten „Anleitung" Seite 14 folgende:[1])

„Die vier seitlichen Wände der Hütte sind Doppeljalousien von besonders ausgeprobter Zusammensetzung. Die vordere Wand enthält die Tür, welche gewöhnlich verschlossen bleibt und nur zum Zwecke der Beobachtung nach unten aufgeklappt wird. Der Boden der Hütte besteht aus drei Brettern, von denen die beiden unteren eine 7 cm breite Öffnung zwischen sich lassen, welche von dem oberen, 2 cm darüber befindlichen Brette überdeckt wird. Das Dach ist doppelwandig und über der Tür höher als über der gegenüberliegenden Wand. Da die Hütte so aufzustellen ist, daß die Türwand genau nach Norden schaut, fällt demgemäß das Dach in schwacher Steigung gegen Süden ab. Damit diese Orientierung erreicht wird, hat man schon beim Aufrichten und Einsetzen des Gestells in die Erde darauf zu achten, daß dessen Schmalseiten von Nord nach Süd gerichtet sind.

Das Gestell besteht aus 4 leichten Pfählen, welche in der Höhe von etwa 30 cm über dem Erdboden, sowie 30 cm unterhalb des oberen Endes durch je 4 Querriegel verbunden sind. Indem die unteren Riegel etwas länger gewählt sind, als die entsprechenden oberen, wird der ganzen Aufstellung eine größere Festigkeit verliehen. Die Pfähle sind 2,3 m lang; sie sind nahezu ½ m tief in die Erde einzugraben, sodaß ihre oberen Enden etwa 1,8 m über dem Erdboden zu stehen kommen. Auf dieselben ist die Hütte so aufzusetzen, daß die Gefäße der in ihr befindlichen Thermometer vom Erdboden 2 m entfernt sind. Die 4 oberen Pfahlenden müssen soweit von einander abstehen, daß die 4 kurzen Füße der Hütte genau darauf passen, und zwar sollen die äußeren Flächen der Füße mit denjenigen der Pfähle zusammenfallen; die feste Verbindung der Füße mit den Pfahlenden wird durch 4 anzuschraubende Bandeisen hergestellt.

Um eine bequeme Ablesung der Thermometer in der Höhe von 2 m über dem Erdboden zu ermöglichen, empfiehlt es sich, sogleich bei Errichtung der Hütte einen mehrstufigen Tritt anfertigen zu lassen und an der Nordseite der Hütte, aber zur Vermeidung von Erschütterungen der Thermometer nicht unmittelbar an jene angelehnt, im Erdboden zu befestigen."

Auch in dieser Hütte ist eine senkrechte Metallstange angebracht, an welcher, ebenso wie in dem oben beschriebenen Fenstergehäuse, die Thermometer mit Klemmvorrichtungen angebracht werden.

b) Beschreibung der zu verwendenden Thermometer.

Zur Beobachtung der Minimum- und Maximum-Temperaturen werden vielfach Thermometer empfohlen (nach Six), welche zugleich an einem Exemplare sowohl die höchste als auch die niedrigste Temperatur, die in einer bestimmten Zeit geherrscht hat, ablesen lassen. Dieselben sind an sich meistens verhältnismäßig billig, im Gegensatz zu sonstigen Instrumenten, und anderer-

[1]) Eine solche englische Hütte wird z. B. von der Firm R. Fueß, Mechaniker in Steglitz bei Berlin fertig geliefert.

seits auch deshalb vielfach beliebt, weil ein Instrument zugleich zur Beobachtung der Maximum- und Minimumtemperatur dient. Bei diesem Six'schen Thermometer ist ein etwa U-förmig gebogenes Rohr vorhanden, welches teils mit Quecksilber (im tieferen Teile), teils mit Alkohol (im oberen Teile) gefüllt ist, und in dessen Rohr kleine Metallstäbchen bei der Ausdehnung des Inhaltes bewegt werden. Diese Stäbchen müssen nach der Beobachtung mit einem Magneten wieder heruntergezogen werden. Für einfachere praktische Verhältnisse wäre es sehr erwünscht, wenn ein derartiges einheitliches Instrument, welches sowohl zur Beobachtung der Maximum- als auch der Minimumtemperatur ausreicht, in exakter Ausführung zur Verfügung stände. Leider ist dies bei den Six'schen Thermometern nicht der Fall. Einmal sind ihre Angaben immer nur in einem beschränkten Bereiche der Temperaturänderungen einigermaßen genau, während bei etwas höherer Temperatur im Sommer und ungewöhnlich niederer Temperatur im Winter die Fehler sehr beträchtlich werden. Sodann haben sie den Übelstand, daß sie nicht genau auf ihre wirklichen Fehler geprüft (geeicht) werden können und endlich kommt es bei ihnen leicht vor, daß die Metallstäbchen nach einiger Zeit der Benutzung unbeweglich werden und nicht mehr mit einem Magneten eingestellt werden können. Jedenfalls reichen diese Thermometer, so lange sie nicht wesentlich verbessert werden, für einigermaßen genauere Beobachtungen nicht aus. Bedeutend zuverlässiger sind dagegen Thermometer, welche an den staatlichen und sonstigen offiziellen Stationen eingeführt sind, und von denen für jede Art der Beobachtung, sowohl für das Maximum als auch für das Minimum, je ein besonderes dient. Schon dadurch, daß man also hierbei zwei besondere Instrumente nötig hat, aber auch durch ihre sorgfältigere und genauere Konstruktion, haben dieselben allerdings gegenüber den Six'schen Thermometern einen bedeutend höheren Preis.

1. Maximum-Thermometer.

Das hierbei in Betracht kommende Maximum-Thermometer (das obere horizontal liegende in Figur 6) ist ein Quecksilber-Thermometer, bei welchem das innere Rohr (Kapillarrohr) unmittelbar oberhalb der Quecksilberkugel durch ein eingeschmolzenes Glasstäbchen verengt ist. Durch diese Verengung dringt bei zunehmender Wärme das sich ausdehnende Quecksilber hindurch, so daß es in seinem Stande die Temperatur, so lange sich diese im Steigen befindet, richtig anzeigt. Sinkt dann die Temperatur, so zieht sich zwar das Quecksilber innerhalb und außerhalb der Kugel zusammen; diese beiden Teile werden aber durch die Verengung des Rohrs geteilt, so daß das außerhalb der Kugel befindliche Quecksilber in seinem oberen Niveau liegen bleibt. Es zeigt nun damit an der Skala an, welche höchste Temperatur in der Zwischenzeit erreicht wurde, auch wenn zur Zeit der Beobachtung eine bei weitem niedrigere Temperatur herrscht. Will man dies Maximum-Thermometer dann für eine neue Zeit einstellen, so schleudert man es einigemale in derselben Weise, wie dies bei den Fieberthermometern üblich ist, indem man es am oberen Ende faßt und mit der Kugel nach unten ruckweise durch die Luft schwingt. Durch den Schwung wird dabei das außerhalb der Kugel befindliche Quecksilber durch die Verengung des Rohres in die Kugel zurückgetrieben, bis diese gefüllt ist und das Quecksilber innerhalb und außerhalb der Kugel wieder in Verbindung steht. Dabei muß das obere Ende des Quecksilberfadens so weit

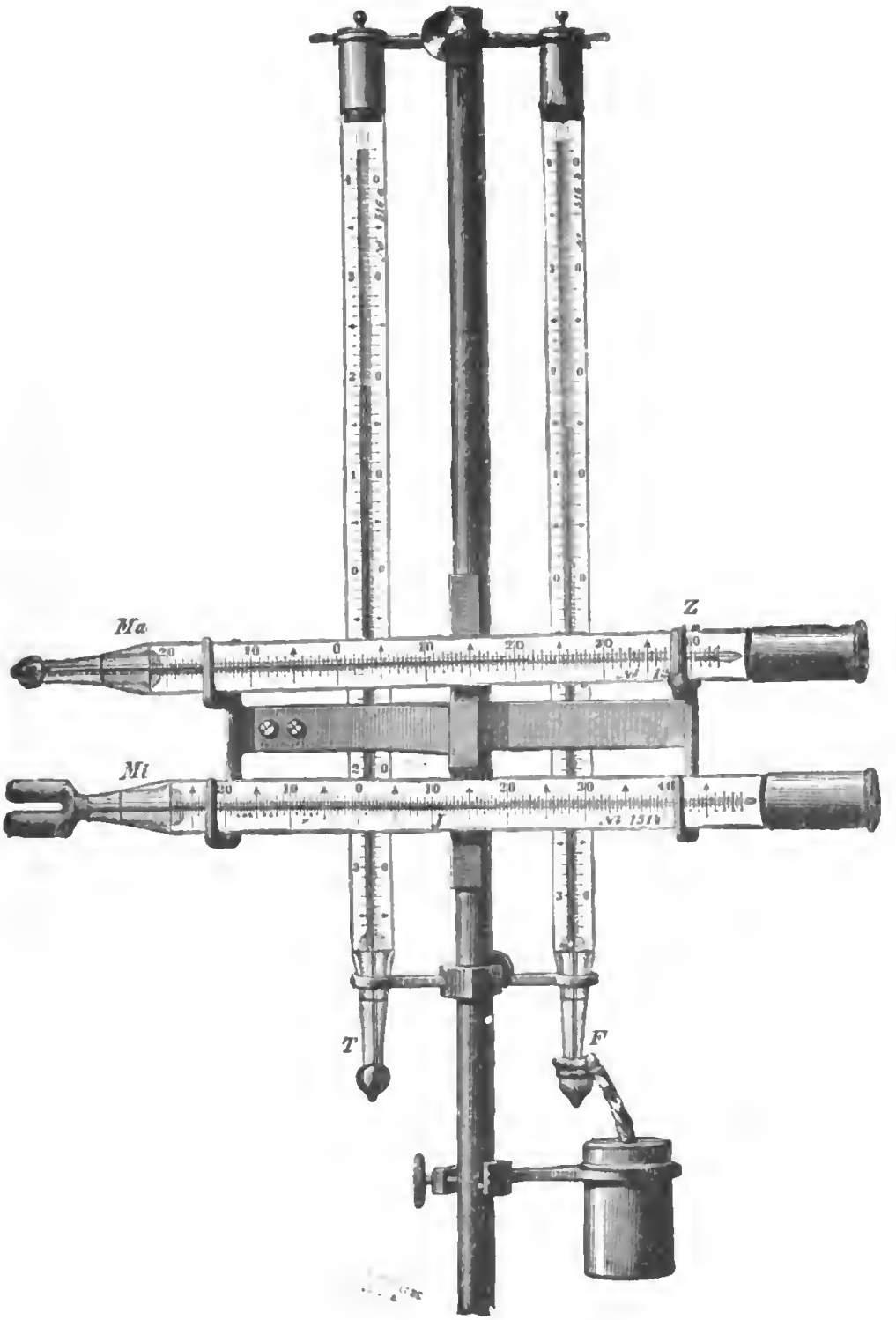


Fig. 6.

herunter gelangen, wie die augenblickliche Temperatur eines gewöhnlichen, aber richtigen Thermometers angibt. Bisweilen ist dies infolge des Einflusses der Körperwärme des Beobachters nicht völlig möglich. Man betropft dann zweckmäßig die Thermometerkugel mit etwas Wasser oder Spiritus, durch deren Verdunstung das Quecksilber weiter abgekühlt wird. Wenn man dann noch einmal schleudert, geht das Quecksilber genügend weit herunter. Danach legt man das Maximum-Thermometer fast horizontal (mit dem oberen Ende, Z in der Figur 6, etwas höher) in das Lager.

2. Minimum-Thermometer.

Das Minimum-Thermometer, welches entsprechend in einem bestimmten Zeitraume die niedrigste erreichte Temperatur anzeigt, enthält (nach Rutherford) statt des Quecksilbers Alkohol oder statt dessen eine ähnliche als zweckmäßiger befundene Flüssigkeit, das Toluol, dessen oberes Niveau an der Skala die jeweils augenblicklich herrschende Temperatur anzeigt. Da Alkohol und Toluol die Temperaturänderungen der Umgebung weniger leicht annehmen als das Quecksilber, ist hier, um den Wärmeausgleich zwischen der umgebenden Luft und dem Thermometergefäß schneller und genauer zu machen, am unteren Ende statt einer Kugel ein gabelförmig geteiltes Gefäß gewählt, zwischen dessen beiden Teilen die Luft zirkulieren kann. (Figur 6, das untere horizontal liegende). In dem Alkohol oder Toluol liegt ein beweglicher Glasstift, dessen beide Enden ein wenig verdickt sind, und der in den inneren Hohlraum des Thermometerröhrchens paßt, so daß er noch leicht hin und her gleiten kann. Hält man das Minimumthermometer mit dem unteren Ende nach oben, so gleitet das Glasstäbchen bis zum oberen Ende des Alkohols, kommt aber über das Niveau desselben nicht hinaus. In dieser Weise behandelt, legt man das Thermometer zur neuen Beobachtung, ebenfalls horizontal, in das Lager. Nimmt später die Temperatur zu, so dehnt sich die Flüssigkeit über das Stäbchen hinaus aus, ohne dieses selbst aber in seiner Lage zu verändern. Sinkt dagegen die Temperatur, so nimmt das Flüssigkeitsniveau den Stift mit bis nach Erreichen der tiefsten Temperatur wieder ein Steigen der Flüssigkeit stattfindet. Hieraus geht hervor, daß das obere Ende des Glasstiftchens im Minimum-Thermometer die in der seit dem Einstellen vergangenen Zwischenzeit eingetretene niedrigste Temperatur anzeigt. Für die neue Einstellung ist es nur erforderlich, dann wieder das Minimum-Thermometer aus dem Lager zu nehmen und mit dem unteren Ende nach aufwärts zu halten, bis der Glasstift zur Oberfläche der Flüssigkeit herabgesunken ist.

Die beschriebenen beiden für Maximum und Minimum eingerichteten Thermometer können geaicht, d. h. von der physikalisch-technischen Reichsanstalt geprüft werden, so daß danach ihre Angaben den höchsten Grad der Zuverlässigkeit haben. Beim Kauf derselben werden auf Wunsch die Prüfungsscheine beigegeben. Entweder sind dann die betreffenden Instrumente bei dieser Prüfung als vollkommen richtig befunden worden, oder wenn dies nicht der Fall war, werden die gefundenen Abweichungen im Prüfungsscheine angegeben. Diese Fehler können für eine gewisse Zeit als konstant angesehen werden, sie müssen aber bei der Verwendung der Angaben berücksichtigt werden. Wenn es z. B. in einem Prüfungsscheine von einem Thermometer,

von denen jedes eine bestimmte Nummer hat, heißt, daß es zwischen — 10° bis (+) 30° um 0,2° zu hoch anzeigt, so muß von den Angaben desselben bei diesen Temperaturgraden der Wert von 0,2° abgezogen werden. Das umgekehrte muß natürlich geschehen, wenn nach der genauen Prüfung die Angaben zu niedrig befunden sind.

Das Glas, aus dem die Thermometer verfertigt sind, ist nicht immer unveränderlich, indem sich bei der wiederholten Erwärmung und Abkühlung sein Gefüge etwas ändert, oder auch, indem es durch den äußeren Luftdruck, da der Innenraum des Thermometers luftleer ist, etwas zusammengepreßt wird. In der neueren Zeit sind diese Fehlerquellen nicht mehr so beträchtlich wie früher, seitdem man besonders für solche Thermometer geeignete Glassorten verwendet, wie sie z. B. in erster Linie von Schott und Genossen in Jena geliefert werden. Bei den Thermometern, die aus solchen Glassorten hergestellt sind, kann man sich bis auf absehbare Zeit auf ein gleichmäßiges Verhalten verlassen, so daß sie selbst nach vielen Jahren die gleichen Angaben liefern wie zu Anfang. Immerhin ist es auch für bessere Thermometer und ihre Angaben wichtig, daß sie gelegentlich, z. B. alle 2—5 Jahre mit genauen Normalinstrumenten in sachkundiger Weise verglichen werden, und daß eventuell dabei gefundene Veränderungen zur Berücksichtigung kommen.

Bei längerem Gebrauche, besonders bei schroffen und schnellen Temperaturschwankungen finden sich in den verschiedenen Maximum- und Minimum-Thermometern bisweilen andere störende Veränderungen ein. Beim Maximumthermometer kommt es vor allem gelegentlich vor, daß der sichtbare Quecksilberfaden an irgend einer Stelle zerreißt und durch einfaches Schleudern nicht wieder zusammenzubringen ist. Auch wenn man beim Ablesen die Lücke zwischen den beiden Teilen des Quecksilberfadens mit in Anrechnung bringt, so sind doch die Angaben in einem solchen Falle ungenau. Bisweilen läßt sich aber der Fehler dadurch wieder ausbessern, daß man vorsichtig das ganze Thermometer durch heißes Wasser so weit erwärmt, bis das Quecksilber bis in die kleine Erweiterung am oberen Ende des Thermometer-Röhrchens steigt. Bei langsamen Abkühlen bleibt dann der Faden zusammenhängend. Natürlich ist bei diesem Erwärmen ein Übermaß zu vermeiden, da sonst das ganze Thermometer zersprengt wird. Übrigens kommt die Teilung im sichtbaren Teile des Quecksilberfadens bei den im Schatten aufgestellten Maximumthermometern so gut wie niemals vor, dagegen öfters bei den in der Sonne liegenden.

Auch bei dem oben beschriebenen Minimumthermometer findet sich gelegentlich, ebenfalls besonders bei direkter Sonnenbestrahlung, eine Trennung der Flüssigkeitssäule durch Bläschen ein, wodurch ebenfalls die Ablesungen ungenau werden. Hier erreicht man die Wiedervereinigung der Flüssigkeit dadurch, daß man das Minimumthermometer in derselben Weise mit dem Gefäß nach unten schleudert, wie es sonst regelmäßig bei der Einstellung des Maximum-Thermometers geschieht. Nachdem man dabei den Zweck der Vereinigung der Flüssikeitsteilchen erreicht hat, befindet sich infolge des Schleuderns der erwähnte Glasstift am unteren Ende des Röhrchens. Durch Umgekehrthalten des Thermometers gleitet derselbe aber wieder bis zum oberen Niveau. Auch eine künstliche Erwärmung beseitigt in diesem Falle bisweilen den Fehler.

Bei der Ablesung beider beschriebenen Thermometer ist zu empfehlen, nur mit einem Auge unter Schließung des anderen zu oisieren, und

zwar senkrecht auf die Thermometerskala zu. Blickt man in schräger Richtung auf das Thermometer, so werden die Ablesungen falsch, da die Skala sich in einer gewissen Entfernung hinter dem Thermometerröhrchen befindet. — An der Skala der Maximum- und Minimum-Thermometer ist die Einteilung bis auf halbe Grade nach Celsius angebracht, die weiteren Zehntel kann man aber bei einiger Übung leicht nach Schätzung ablesen. Zum Zwecke größerer Genauigkeit ist es daher auch durchaus zu empfehlen, Zehntelgrade nach Celsius abzulesen und zu notieren.

3. Beobachtung der augenblicklichen Temperatur.

Wenn auch, wie oben ausgeführt wurde, die Beobachtung des Maximums und des Minimums der Tagestemperatur für landwirtschaftliche Zwecke meistens schon ausreicht und die größte Wichtigkeit hat, so kann vielfach auch die Beobachtung der in irgend einem Augenblicke gerade herrschenden Temperatur von Interesse sein. Wenn man aber weitere Schlüsse aus dieser im Momente der Ablesung herrschenden Temperatur ziehen will, so muß man berücksichtigen, daß dieselbe im Verlaufe des Tages einen verschiedenartigen Gang durchmacht, und ebenso, daß sie von der jeweiligen Jahreszeit abhängt. Wenn man also irgend welche Ablesungen mit einander vergleichen will, so muß man zunächst schon die Jahres- und Tageszeit berücksichtigen. Die Lufttemperatur verändert sich im Laufe des Jahres derart, daß ihr Maximum nicht mit dem höchsten Stande der Sonne am 21. Juni, und ihr Minimum nicht mit dem tiefsten Stande der Sonne am 21. Dezember zusammenfällt, sondern daß diese Extreme etwas nach diesen Terminen eintreten. Erst im Laufe des Juli erreicht die durchschnittliche Tagestemperatur bei uns ihren höchsten und im Laufe des Januar ihren niedrigsten Stand. Es hängt dies damit zusammen, daß nach der Sommer-Sonnenwende der Stand der Sonne sich zunächst sehr langsam erniedrigt, und ihre Wirkung daher auf die nach und nach stark erwärmte Erdoberfläche zunächst noch immer größer wird, bis Ende Juli und Anfang August doch allmählich die Wirkung der kürzeren Dauer der Tage und des tieferen Standes der Sonne überwiegt. Dasselbe gilt umgekehrt in Bezug auf die niedrigste Temperatur im Januar und Februar.

Auch bei dem Temperatur-Verlaufe am Tage sind dieselben Verhältnisse zu beobachten. Nach dem höchsten Stande der Sonne um 12 Uhr steigt zunächst im Durchschnitt die Temperatur noch weiter und erreicht in Mitteldeutschland z. B. erst zwischen 2—3 Uhr, eventuell auch erst gegen 4 Uhr nachmittags ihren höchsten Wert. Andererseits ist die niedrigste Temperatur des Tages an normalen Tagen, und auch durchschnittlich, etwa zur Zeit des Sonnenaufgangs, bis wohin die nächtliche Abkühlung sich immer mehr gesteigert hat und eine Wärmewirkung der Sonne noch nicht vorhanden ist. Nach Sonnenaufgang steigt die Temperatur dann etwa bis 10 Uhr sehr schnell und von da an langsamer bis gegen 2—3 Uhr. Von da an sinkt sie meistens langsam aber gleichmäßig die ganze Nacht hindurch bis zum Sonnenaufgang.

Wenn man nun bei augenblicklicher Ablesung der Thermometer 2 Tage mit einander vergleichen will, so würde man sich zunächst derart helfen können, daß man an beiden Tagen zur gleichen Zeit beobachtet. Es würde dies schon einen leidlich verwertbaren Anhalt gewähren, wenn der oben beschriebene Gang der Temperatur-Änderungen an verschiedenen Tagen stets gleichmäßig

wäre. Es kommen jedoch bei demſelben verhältnismäßig häufig Störungen vor, vor allem durch die Bewölkung und Niederſchläge. Der oben beſchriebene Verlauf der Tagestemperatur gilt im allgemeinen nur an heiteren oder wolkenloſen Tagen und auch dann nur, wenn bereits vorher derartige Tage geweſen ſind. Iſt dagegen der Himmel ſtark mit Wolken bedeckt, ſo daß die Sonne nur wenig zur Geltung kommt, ſo kann es unter Umſtänden vorkommen, beſonders im Winter, daß die Temperatur im Verlaufe des Tages faſt vollſtändig unverändert bleibt. Es ſind in dieſer Beziehung in den Wintermonaten auch bei uns in Deutſchland ſchon Tage beobachtet worden, an denen die Temperatur nur innerhalb eines Grades ſich bewegte. Im Sommer iſt bei höherem Stande der Sonne die Wirkung derſelben doch auch bei ſtärkſter Bewölkung derart, daß die Mittagsſtunden ſich mit ſehr ſeltenen Ausnahmen durch ihre höhere Temperatur bemerklich machen. Es kann aber auch vorkommen, wenn z. B. im Sommer nach ſehr heißen Tagen durch Gewitter, ſtärkere Bewölkung und Niederſchläge eine Abkühluug eintritt, daß ſogar die Temperatur von Sonnenaufgang bis Nachmittag ſinkt und eventuell nach dem Abend zu wieder ſteigt, ſo daß gerade in den erſten Nachmittagsſtunden eventuell das Minimum der Temperatur vorhanden iſt. Der Vergleich der Temperatur verſchiedener Tage zu einer beſtimmten Stunde iſt daher ſehr unſicher und dem Zufall ausgeſetzt. Im Vergleich hierzu gibt das Maximum und Minimum einen wertvolleren Anhalt.

Um aber augenblickliche Ableſungen der Temperatur vergleichbar zu machen, iſt man dazu übergegangen, nicht nur eine einmalige Ableſung am Tage zum Vergleiche heranzuziehen, ſondern mehrmalige Ableſungen. Dabei hat man durch umfangreiche Verſuche diejenigen Tagesſtunden zu finden geſucht, welche in ihren Durchſchnittsreſultaten für die Lufttemperatur das zuverläſſigſte Tagesmittel ergeben. Am richtigſten würde, wenn man nicht in jeder einzelnen der 24 Stunden des Tages beobachten will, das Mittel der drei Beobachtungen 6 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 10 Uhr abends ſein, da hierbei ſtets 8 Stunden Zwiſchenzeit vorhanden ſind. Leidlich gut erhält man ſonſt auch das Tagesmittel aus dem Durchſchnitt der um 8 Uhr morgens und 8 Uhr abends abgeleſenen Temperaturen; ſehr gut ebenſo iſt die Mitteltemperatur zu berechnen aus Beobachtungen früh 7 Uhr, nachmittags 2 Uhr und abends 9 Uhr, wobei man aber die 9 Uhr-Temperatur doppelt nimmt und dann die Summe durch 4 dividiert. Dieſe letztere Mittelberechnung für die Tagestemperatur iſt bei den offiziellen meteorologiſchen Stationen, welche für das Studium des Landesklimas eingerichtet ſind, angenommen.

Wenn die augenblickliche Temperatur diejenige der Luft angeben ſoll, muß das dazu gebrauchte Thermometer im Schatten aufgeſtellt ſein, entweder in einem Gehäuſe an einem Fenſter oder in einer „engliſchen Hütte," wie es oben beſchrieben wurde. Hierzu ſind ſehr gute Thermometer im Handel, welche in Fünftelgrade nach Celſius eingeteilt ſind und bei großer Empfindlichkeit außerordentlich genaue Angaben machen.

Die Empfindlichkeit der guten Thermometer für augenblickliche Ableſung beſteht darin, daß auch ſelbſt geringe Veränderungen im Wärmezuſtande der Umgebung ſich ſehr ſchnell an ihnen bemerklich machen. Es iſt dies teils dadurch erreicht, daß der Inhalt der mit Queckſilber gefüllten Kugel des Thermometers im Verhältnis zu dem Lumen des Röhrchens ſehr groß iſt, teils dadurch, daß die

Kugelwandung bei genügender Haltbarkeit sehr dünn ist. Die Empfindlichkeit solcher Thermometer bewirkt dann, daß z. B. die Nähe der beobachtenden Person bereits durch die Körperwärme derselben nach kurzer Zeit eine Veränderung des Thermometerstandes hervorruft. Ebenso zeigen derartige Instrumente auch jede geringe Veränderung der Temperatur an, die etwa durch wechselnden Wind oder durch veränderte Bewölkung veranlaßt wird. — Um den Einfluß der Körperwärme seitens des Beobachters auszuschalten, ist es bei solchen empfindlichen Thermometern notwendig, sehr schnell zu beobachten. Dabei ist es praktisch, beim Hinblicken möglichst sofort die Zehntelgrade abzulesen und dann erst die Ganzen, um die sich natürlich die Temperaturanzeige langsamer verändert.

Die Richtigkeit der Angaben solcher Thermometer hängt auch noch davon ab, daß ihre Kugel wirklich trocken und rein ist. Ist dieselbe durch etwa eingetretenen Beschlag feucht, oder durch darauf gefallenen Staub unrein, so muß mindestens 5 Minuten vor der Beobachtung mit Hülfe eines reinen Tuches eine Reinigung erfolgen.

C. Temperatur über und unter der Erdoberfläche.

Wenn auch, wie oben ausgeführt wurde, die eigentliche „Lufttemperatur" für landwirtschaftliche Zwecke die größte Bedeutung hat, so ist es doch für manche Fragen in der Landwirtschaft von Interesse, die Temperatur-Veränderungen *dicht über der Erdoberfläche* zu beobachten, wie auch diejenige *der Erdoberfläche selbst*, wie endlich auch die *in größerer oder geringerer Tiefe* in der Erde. Die Temperatur in geringerer Höhe über dem Erdboden ist vor allem für den größten Teil der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen wirksam, da hier sich die Hauptmasse ihrer Blätter und Stengelteile, der assimilierenden Organe, befinden. Außer der möglichen Beschädigung durch Frost, kommt dabei vor allem in Betracht, daß von der Höhe der Temperatur in der Umgebung der Blätter und Stengelteile sowohl die Intensität der eigentlichen *Atmung*, *als auch die der Assimilation der Kohlensäure zu Stärke*, wie endlich die der *Verdunstung von Wasser* abhängt. Diese drei Faktoren bestimmen hauptsächlich die Lebenstätigkeit und damit die Stoffproduktion der oberirdischen Pflanzenteile. — Die Temperatur-Verhältnisse der eigentlichen Erdoberfläche selbst, wie auch der darunter liegenden alleroberſten Bodenbestandteile haben andererseits ihre Bedeutung einmal für die verschiedenen *Gährungs- und Zersetzungsvorgänge*, welche sich in der obersten Erdschicht abspielen, und welche für die Fruchtbarkeit des Ackers eine große Rolle spielen, und sodann für die *Keimung* derjenigen kleineren Samenkörner, welche bei der Aussaat nur flach untergebracht werden. — Die Temperaturen in größeren Tiefen der Erde sind endlich ebenfalls wichtig für das Maß und die Schnelligkeit der verschiedenen *Umsetzungen, die an den Bestandteilen des Bodens und des untergebrachten Düngers stattfinden*, während sie für die Verdunstung von Wasser direkt aus dem Boden in die Luft weniger in Betracht kommen. Hierfür sind vor allem die Temperatur-Verhältnisse an der eigentlichen Oberfläche maßgebend. In größeren Tiefen befinden sich aber auch in der Erde zum großen Teil die Wurzeln der Kulturpflanzen, die von dort — je tiefer um so mehr — hauptsächlich nur ihren Wasserbedarf entnehmen,

Digitized by Google

während derjenige an sonstigen Nährstoffen mehr aus den oberen Schichten gedeckt wird. Die Resorption der Pflanzenwurzeln aber überhaupt, mag sie sich auf Wasser oder andere Nährstoffe erstrecken, findet bei verschiedenen Temperaturen im Boden in verschiedener Stärke und Schnelligkeit statt.

a) Temperatur dicht über der Erdoberfläche.

Zur Messung der Temperatur-Veränderungen in geringerer Höhe über der Bodenoberfläche stellt man im allgemeinen die Thermometer frei, also ungeschützt gegen die Sonnenbestrahlung am Tage und gegen die Abkühlung durch Ausstrahlung in der Nacht auf. Man will damit möglichst diejenigen Verhältnisse treffen, unter welchen die untersten oberirdischen Teile unserer Kulturpflanzen sich befinden. Derartig aufgestellte Thermometer geben aber demzufolge nicht die wirkliche Lufttemperatur an, sondern diejenige von festen Gegenständen, die von ähnlicher Beschaffenheit wie das Thermometer sind, unter der freien Einwirkung des Sonnenscheins und der nächtlichen Ausstrahlung. Es ist bekannt, daß unter diesen Einwirkungen der höchste am Tage erreichte Stand des Thermometers ebenso, wie der niedrigste in der Nacht erreichte, nach oben, beziehungsweise nach unten weit über die Veränderungen der eigentlichen Lufttemperatur hinausgeht. Die klare Luft wird vorwiegend von den Temperatur-Veränderungen der Erdoberfläche, die sie berührt, beeinflußt, weniger durch die Wärmestrahlen selbst. Auch kommt in Betracht, daß dasselbe zugeführte Wärmequantum die atmosphärische Luft um eine geringere Anzahl Grade erwärmt, als trockenen Erdboden, infolge der größeren spezifischen Wärme der ersteren. Aus beiden Gründen geht hervor, daß im Sonnenschein feste Gegenstände, also auch ein Thermometer, eine höhere Temperatur, in Graden gemessen, zeigen als ebenfalls in direktem Sonnenschein die darüber befindliche atmosphärische Luft. Ebenso kühlen sich feste Gegenstände in klaren Nächten stärker ab, als die darüber liegende Luft. Die Unterschiede gehen z. B. aus folgenden Zahlen hervor:

Temperatur-Extreme im Mittel:

1906	der Luft unter Bedeckung		eines frei aufgestellten Thermometers mit glänzender Kugel	dasselbe mit Torf überzogen		dasselbe mit Löß	
	Max.	Min.	Max.	Max.	Min.	Max.	Min.
März	7,4	0,4	9,2	10,9	— 0,5	10,1	— 0,8
April	16,2	4,9	17,7	20,3	4,0	19,7	4,0
Mai	21,2	10,2	23,4	26,2	9,2	25,9	9,1
Juni	22,1	11,9	24,6	26,9	11,0	26,6	10,8
Juli	23,3	12,9	26,2	28,5	12,5	27,9	12,5
August	23,9	12,6	26,6	29,0	12,1	28,2	11,9
September	18,8	9,9	20,7	22,6	9,3	22,2	9,6

Alle frei aufgestellten Thermometer sind nun viel veränderlicheren Einflüssen ausgesetzt, als die im Schatten aufgestellten zur Bestimmung der Lufttemperatur dienenden. Wenn z. B. an einem sonnigen Tage abwechselnd starke Wolken vor der Sonne vorüberziehen, so ist der Einfluß dieser

Erſcheinung auf im Schatten ſtehende Thermometer verhältnismäßig gering oder bei kurzer Dauer ſogar kaum merklich. Bei freiſtehenden Thermometern ergeben ſich dagegen hierbei große Unterſchiede, die mehrere Grade betragen können. Es iſt klar, daß demzufolge die Ableſung der augenblicklichen Temperatur bei ſolchen freiſtehenden Thermometern in ihren Ergebniſſen ſehr dem Zufall ausgeſetzt iſt. Wenn man alſo zu dieſem Zwecke gewöhnliche Thermometer verwendet, und regelmäßig zu einer beſtimmten Zeit des Tages ableſen würde, ſo könnte es vorkommen, daß durch eine zufällige vorübergehende Bedeckung der Sonne mit Wolken oder auch durch einen an dem Tage ausnahmsweiſen Sonnenſtrahl an dem betreffenden Termine eine Beobachtung gewonnen würde, welche in keiner Weiſe für den ganzen Tag maßgebend wäre. Ähnliche Bedenken ergeben ſich auch bei der Ausſtrahlung in der Nacht, wobei es ſich um die eventuell niedrigſte Temperatur handelt. Man verwendet infolgedeſſen zu derartigen Beobachtungen, bei denen es ſich um freiſtehende Thermometer handelt, vorzugsweiſe die bereits oben beſchriebenen Maximum- und Minimum-Thermometer. Bei dieſen iſt man unabhängiger von der zufälligen Beeinfluſſung zur Zeit der Beobachtung; man erhält die erreichte höchſte, bezw. niedrigſte Temperatur. Es iſt auch hier zweckmäßig ebenſo, wie es bereits oben bei der Meſſung der Lufttemperatur beſchrieben wurde, an jedem Tage zu einer beſtimmten Zeit, am beſten ebenfalls 9 Uhr abends, dieſe über der Erdoberfläche freiſtehenden Thermometer abzuleſen und in der beſchriebenen Weiſe neu einzuſtellen.

Die Höhe der Angaben bei dieſen Meſſungen hängt nun natürlich ſehr von der Höhe und Art der Aufſtellung der Thermometer ab. Nach der üblichen Art ſtellt man je ein Maximum- und ein Minimumthermometer über unbewachſenem reinen Boden in einer Höhe von 5 cm auf. Dazu dient ein Holzgeſtell, welches man ſelbſt durch zwei in die Erde geſchlagene Brettchen, welche an der oberen Kante je zwei Einſchnitte tragen, herſtellen kann. Auch kann man für dieſen Zweck kreuzweiſe geſtellte Stäbchen in die Erde ſtecken, auf denen die Thermometer wie in einem Sägebock ruhen. Dieſe Thermometer nehmen natürlich auch nur in beſchränktem Maße an den Temperatur-Veränderungen der eigentlichen Erdoberfläche teil und geben nur die Temperatur an, welche durch ihre eigene Ein- und Ausſtrahlung, alſo die ihrer Glasoberfläche, reſultiert.

Iſt im Winter Schnee gefallen, ſo muß man entweder die Stützen der Thermometer entſprechend erhöhen, ſodaß die Inſtrumente ſelbſt ebenſohoch, wie vorher über dem Boden, über der Schneedecke liegen, oder man kann auch die Thermometer auf die Schneedecke ſelbſt legen, wobei natürlich die Wirkung der Ein- und Ausſtrahlung eine etwas andere wird.

Dieſe ſo frei aufgeſtellten Thermometer unterliegen in Bezug auf ihre Temperatur-Veränderungen im weſentlichen zweierlei Einflüſſen, einmal der Wirkung der Wärmeſtrahlung, durch die ihnen am Tage von ſeiten der Sonne Wärme zugeführt, in der Nacht dagegen durch Ausſtrahlung in den Weltenraum Wärme entzogen wird. In Bezug auf dieſen durch Strahlung bewirkten Wärmeaustauſch iſt die umgebende Luft nur von geringem Einfluß, von um ſo geringerem, je klarer ſie iſt. Trübe Luft, alſo mit Staub oder Waſſertröpfchen erfüllte, hält einen größeren oder geringeren Teil der zu- oder abgehenden Wärmeſtrahlen auf. Vollkommen klare Luft würde daher in keiner Weiſe an den hindurchgehenden Wärmeſtrahlen teilnehmen; die mehr

oder weniger trübe aber je nach ihrem Gehalte an trübenden Bestandteilen. Daraus geht hervor, daß ein Thermometer, welches frei den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, eine bedeutend höhere Temperatur anzeigt, als die in der umgebenden Luft herrschende. Ebenso zeigt auch in klaren Nächten ein frei auf dem Boden liegendes Thermometer eine unter Umständen beträchtlich niedrigere Temperatur als die umgebende Luft. Hieraus ergibt sich nun der zweite Einfluß, unter dem ein solches Thermometer sich befindet. Wenn z. B. unter den hinzutretenden Sonnenstrahlen das Thermometer unter dem Einflusse derselben allein vielleicht bis 40° C steigen würde, die umgebende Luft aber etwa nur eine Temperatur von 25° besitzt, so wird das stark erwärmte Thermometer durch die umgebende weniger warme Luft abgekühlt, und es zeigt dann nicht 40, sondern vielleicht nur 32°. Ebenso wird in einer klaren Nacht ein freiliegendes Thermometer, welches allein durch die Ausstrahlung z. B. bis auf — 10° abgekühlt werden könnte, durch die umgebende weniger kühle Luft, die vielleicht nur — 1° hat, erwärmt, sodaß es in Wirklichkeit nur z. B. — 5° zeigt. Die geringeren Wärmeschwankungen, die in der umgebenden Luft stattfinden, verhindern also freiliegende Thermometer, so weitgehende Extreme anzuzeigen, als der Ein- und Ausstrahlung entspricht. Um diesen Einfluß der äußeren Luftumgebung möglichst zu verhindern, hat man derartige Thermometer mit einem Glasrohre, resp. am unteren Ende mit einer hohlen Glaskugel umgeben, welche beide so weit als möglich luftleer gemacht sind. Da der luftleere Raum die Wärme schlecht leitet, je vollkommner luftleer er ist, um so schlechter, so ist damit bei einem solchen Thermometer der Einfluß der umgebenden Luft stark vermindert. Derartige Apparate werden als Insolations-Thermometer (nach Herrschel) (Figur 7) hergestellt. Damit dieselben die Strahlungswirkung noch vollkommener zeigen, ist ihr Quecksilbergefäß außen mit Ruß geschwärzt, da auf einer schwarzen rauhen Oberfläche die Ein- und Ausstrahlung am besten erzielt wird. Die Angaben eines derartigen Instrumentes sind unter dem Einflusse der Sonne nun beträchtlich höher, als die eines gewöhnlichen frei aufgestellten Thermometers, dessen glänzende Oberfläche überdies einen großen Teil der auffallenden Sonnenstrahlen zurückwirft.

Fig. 7.
Insolations-Thermometer.

Um das Verhalten der Oberfläche verschiedener Bodenarten, heller sowohl wie dunkler gefärbten, in Bezug auf die Ein- und Ausstrahlung zu prüfen, kann man nun entsprechende Thermometer herstellen, deren Quecksilbergefäß statt mit Ruß mit einem dünnen Überzuge des betreffenden Bodens versehen ist, unter Zuhilfenahme von Kanadabalsam. Ebenso ist es möglich, ähnliche Thermometer wie bisher für die Maximumablesung auch für das Minimum der in einem bestimmten Zeitraume eingetretenen Temperatur-Veränderungen herzustellen.

b) **Messung der Temperatur in geringen Tiefen unter der Bodenoberfläche.**

Die Tiefen von der Oberfläche bis zu etwa 25 cm unter derselben enthalten hauptsächlich die Bodenschichten, in denen sich die Wurzeln der meisten

unſerer Kulturpflanzen, ſpeziell der Getreidearten verbreiten. Die Meſſung der Temperaturverhältniſſe in dieſen Schichten kann daher für viele Fragen der Vegetation von großer Wichtigkeit ſein. Hierzu werden Thermometer hergeſtellt, welche in ihrem Skalenteile gerade, aber in der Nähe des Queckſilbergefäßes gebogen ſind, ſodaß das letztere horizontal, das Rohr dagegen ſchräg aufwärts gerichtet iſt. (Figur 8). Mit Hülfe eines Geſtelles von Holz oder Eiſen können ſie dann ſo aufgeſtellt werden, daß das Queckſilbergefäß ſich in der gewünſchten Tiefe in der Erde befindet, die Skala dagegen über der Bodenoberfläche ſchräg aufwärts gerichtet iſt. Für dieſe Zwecke verwendet man meiſtens Thermometer für augenblickliche Ableſung, namentlich wenn es ſich darum handelt, eventuell die Zeit zu beſtimmen, in welcher die Wirkung der oberflächlichen Erwärmung bis in eine gewiſſe Tiefe zur Geltung kommt. Handelt es ſich aber um die Frage, wie ſtark die Erwärmung der Oberfläche durch die Sonne in gewiſſen Tiefen iſt, ſo empfiehlt ſich die Anwendung eines Maximum-, und zum Vergleich eventuell auch eines Minimum-Thermometers mehr. Wenn man hier die Ableſungen ebenfalls z. B. regelmäßig 9 Uhr abends ausführt, ſo erkennt man dabei, wieviel die höchſte Erwärmung, reſp. die ſtärkſte Abkühlung in der Zwiſchenzeit in der betreffenden Tiefe betragen hat. Für viele landwirtſchaftliche Zwecke iſt ein Maximum- reſp. Minimum-Thermometer jedenfalls zweckmäßiger.

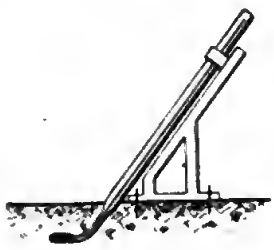


Fig. 8.
Erdbodenthermometer für geringe Tiefen.

c) Meſſung in größeren Tiefen.

Je tiefer wir in den Boden gehen, um ſo ſchwächer und um ſo mehr verſpätet laſſen ſich die Temperaturen der Erdoberfläche verfolgen. So iſt in Königsberg im Durchſchnitt von 14 Jahren beobachtet, daß z. B. in einer Tiefe von 126 cm die höchſte Temperatur ſtatt im Juli erſt im Auguſt eintritt, die niedrigſte dagegen ſtatt im Januar erſt im März, alſo um faſt zwei Monate verſpätet. Während andererſeits auf der Erdoberfläche die Mitteltemperatur des wärmſten Monats 18,5° C betrug, war ſie in der genannten Tiefe im wärmſten Monat nur 14¾°; entſprechend war die Mitteltemperatur des kälteſten Monats über der Erdoberfläche — 0,5°, bei 126 cm Tiefe 2,1°. In einer Tiefe von 5 m unter der Oberfläche war der Oktober der wärmſte, der Mai der kälteſte Monat. Die Temperaturen ſchwankten in dieſer Tiefe im Laufe des Jahres zwiſchen 10,3 bis 6,3. Wir ſehen alſo mit zunehmender Tiefe einmal ein langſameres Vordringen der Wärmewirkung und andererſeits eine Verminderung der Temperatur-Gegenſätze im Jahre.

Die bisherigen derartigen Beobachtungen beziehen ſich hauptſächlich auf trockenen Boden, in welchem die Wärmeleitung weſentlich anders ſtattfindet, als in feuchten. Gerade die Verſchiedenheiten, die in dieſer Beziehung durch den verſchiedenen Waſſergehalt des Bodens bewirkt werden, und die vor allem dazu führen, daß man im landwirtſchaftlichen Sinne von kaltem oder warmem Boden ſpricht, haben nun für den Landwirt eine ganz beſondere Wichtigkeit. Bisher fehlen aber noch Unterſuchungen, die das Verhalten des Bodens

zur Wärme bei verschiedenem Wassergehalte zum Gegenstand haben. Die Anstellung solcher Beobachtungen ist dringend erwünscht.

Die Temperaturen in größeren Tiefen der Erde mißt man nun in bis zur gewünschten Tiefe gebohrten Löchern, welche im Innern ein gut anschließendes Tonrohr enthalten. Gebrannter Ton hat sich bei vergleichenden Untersuchungen als sehr gut bewährt, indem er ein ähnliches Wärmeleitungsvermögen besitzt, wie der umgebende Boden selbst. Das verwendete Thermometer bringt man dann am unteren Ende eines Holzstabes an, wobei das Quecksilbergefäß selbst mit einer durchbrochenen Kupferhülle umgeben ist, welche annähernd die gleiche Weite wie das Innere des Tonrohres hat, aber natürlich in dem Tonrohre noch gut beweglich ist. Diese Kupferhülle steht beim Einsenken des Stabes in das Bohrloch auf dem Grunde, also auf dem Erdboden auf, so daß sie eine gut leitende Verbindung zwischen dem Boden und dem Quecksilbergefäße des Thermometers herstellt. Den Hohlraum zwischen der Kupferhülle und dem Quecksilbergefäße des Thermometers stopft man mit irgend einem, die Wärme schlecht leitenden Material aus, z. B. mit langfaserigem Asbest. Man sucht dadurch zu verhindern, daß beim Herausziehen des ganzen Thermometers zum Zwecke der Ablesung sich der Stand desselben unter dem Einflusse der äußeren Luft sofort verändert.

Je tiefer die Temperatur unter der Erdoberfläche gemessen wird, um so weniger machen sich die im Laufe eines Tages stattfindenden Änderungen von der Erdoberfläche aus geltend, indem nur die großen Schwankungen im Verlaufe der Jahreszeiten bis in diese Tiefen dringen. Infolgedessen ist hier die Verwendung von Minimum- und Maximum-Thermometern nicht erforderlich, da deren Angaben im Verlaufe von 24 Stunden nur wenig auseinanderliegen würden, je größer die Tiefe ist, um so weniger. Von einer gewissen Tiefe ab, die etwa bei 1 m liegt, verändert sich die Temperatur in 24 Stunden überhaupt nicht wesentlich.

Für die Verwertung der Temperatur-Messungen in größeren Tiefen ist es zweckmäßig, zugleich in der Nachbarschaft der Beobachtungsstelle öfters den Wassergehalt des Bodens in einer entsprechenden Tiefe zu bestimmen. Man verwendet dazu zweckmäßig einen Erdbohrer,[1]) der etwa in der Art eines Troikars konstruiert ist, aber vom Griff aus nach der Spitze zu dünner wird, natürlich auch in größerer Ausführung, so daß man damit mindestens bis zur beabsichtigten Tiefe reicht. Man stößt diesen Bohrer zunächst mit dem inneren Einsatz zugleich in die Tiefe, zieht dann den inneren Stab heraus und schiebt das im Boden bleibende Rohr, welches am unteren Ende scharfkantig ist, noch etwas weiter in die Tiefe und hebt es unter Drehung heraus. Es ist dann eine Bodenprobe aus der gewünschten Tiefe darin enthalten. Wenn man im Besitz einer etwas genaueren Wage ist, kann man den Feuchtigkeitsgehalt sofort bestimmen, durch Trocknen unter vorherigem und nachherigem Wiegen. Eventuell sind derartige Feuchtigkeitsbestimmungen für einen geringeren Preis von den „agrikulturchemischen Versuchsstationen" ausgeführt zu erhalten.

Die Bestimmung des Wassergehaltes des Bodens in verschiedener Tiefe ist auch sonst für die Beurteilung der Bodenverhältnisse in landwirtschaftlicher

[1]) Erdbohrer „Normalbohrstock" nach Borchardt-Zürich, zu beziehen von Mechaniker Jöge in Zürich, Preis 16 M.

Hinsicht wichtig, indem man darnach erst richtig beurteilen kann, was für eine Wirkung Niederschläge von verschiedener Stärke und Heftigkeit auf den Boden ausüben. Ohne solche Beobachtungen ist man vielfach im Unklaren darüber, ob irgend ein Regenfall den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens mehr oder weniger verändert hat.

D. Bestimmung der Feuchtigkeit in der Luft.

Das Wasser kann in der atmosphärischen Luft in drei verschiedenen Formen enthalten sein, die bei Behandlung der Luftfeuchtigkeit vielfach nicht genügend klar auseinandergehalten werden. Es ist dabei zu beachten, daß die sichtbare Form des Wassers in der atmosphärischen Luft nur aus festem oder aus flüssigem Wasser bestehen kann. Festes Wasser, also Eis, befindet sich in der Atmosphäre entweder als Schnee oder als Eisnadeln in größerer oder geringerer Höhe. Wenn wir von Schneefall sprechen, so verstehen wir darunter Schneeflocken oder Eisnadeln, welche auf die Erdoberfläche sinken. Schweben diese Eisteilchen aber in größeren Höhen, so erscheinen sie uns als Wolken, und zwar bestehen im Winter auch verhältnismäßig niedere Wolken bereits aus Schneeteilchen, während in allen Jahreszeiten die sehr hoch schwebenden (ca. 8000 m und darüber) Federwolken (Cirrus) stets aus Eisnadeln bestehen.

Flüssiges Wasser kommt in der Atmosphäre nur vor in Gestalt von Nebel oder Wolken. Beides, Nebel und Wolken, ist den Bestandteilen nach dasselbe, nur mit dem Unterschiede, daß wir gewohnt sind, dieselbe Erscheinung, wenn sie über oder unter unserem Standpunkte sich befindet, Wolken zu nennen, wenn wir uns dagegen darin befinden, Nebel. Wenn man z. B. im Gebirge aufsteigt, so bezeichnet man zunächst die von unten gesehene, am Bergesabhang haftende Erscheinung als Wolke, gelangt man in dieselbe, so spricht man unwillkürlich von Nebel, und kommt man darüber wieder daraus hervor, so daß man von oben herab darauf sieht, wieder von einer Wolke. Der Unterschied zwischen Nebel und Wolke beruht daher nur auf unserer Anschauungsweise.

Nebel oder Wolken bestehen nun aus kleinen Wassertröpfchen (nicht aus Wasserbläschen, wie man früher annahm), welche so klein sind, daß der Luftwiderstand fähig ist, sie schwebend zu erhalten. Erst wenn sich die kleinen Tröpfchen zu größeren vereinigen, so erlangen sie eine solche Schwere, daß sie zu Boden fallen.

Die schwebenden Wasser- und Eisteilchen hat man nun nicht im Auge, wenn man in der gewöhnlichen Weise von der Luftfeuchtigkeit spricht. Bei dieser letzteren ist vielmehr die Dampf- oder Gasform des Wassers gemeint, bei der das Wasser einen ähnlichen gasförmigen Körper bildet, wie die Luft selbst oder sonstige Gase. Der Wasserdampf ist dabei unsichtbar und ist mit der Luft vollkommen gemischt. Sowie wir das Wasser in der Atmosphäre sehen können, ist es nicht mehr Wasserdampf oder Wassergas, sondern festes oder flüssiges Wasser in verschieden feiner Verteilung.

Diese Luftfeuchtigkeit im genauen Sinne der obigen Beschreibung ist nun für das Leben der Organismen, wie auch für die sonstigen Verhältnisse im Ackerboden von außerordentlicher Wichtigkeit, indem vor allem von dem Sättigungs-

grade der Luft mit Wasserdampf die Wasserverdunstung von freien Wasserflächen sowohl, wie von feuchtem Boden, wie von den wasserhaltigen Pflanzen und Tierkörpern aus, in ihrer Intensität abhängt. Das Abtrocknen der Bodenoberfläche, wie auch dasjenige der Erntemassen, andererseits aber auch die Zirkulation der Körperflüssigkeiten in den Pflanzen und Tieren werden durch das Maß der Luftfeuchtigkeit bestimmt, woraus dann das Interesse hervorgeht, welches der Landwirt an der Luftfeuchtigkeit hat.

Die Menge Wasserdampf, welche die Luft überhaupt fassen kann, hängt nun in erster Linie von der Temperatur derselben ab, derart, daß umsomehr Wasserdampf in der Luft enthalten sein kann, je höher die Temperatur derselben ist. Jedem Temperaturgrade entspricht eine bestimmte Menge gasförmigen Wassers, welches in diesem Zustande sich darin befinden kann. Wird eine mit Wasserdampf *gesättigte* Luft von einer bestimmten Temperatur etwas abgekühlt, so verdichtet sich der *Überschuß* des Wassers zur Flüssigkeit, wie wir es bei der Bildung des Beschlags an Fenstern bewohnter Räume bei äußerer niedriger Temperatur, wie auch sonst bei Tau- und Reifbildungen beobachten können. Wird andererseits die bei einer bestimmten Temperatur mit Wasserdampf gesättigte Luft höher erwärmt, so ist sie dann sofort nicht mehr gesättigt, sondern kann noch eine weitere Menge von Wasserdampf aufnehmen. Die Luft ist nun mit Wasserdampf gesättigt, z. B. wenn sie

bei	40°	im	cbm	50,7	g enthält
„	30°	„	„	30,1	„
„	16°	„	„	13,5	„
„	0°	„	„	4,9	„
bei	— 20°	„	„	1,0	„

Durch diese Mengen ist also bei den verschiedenen Temperaturen die Luft vollkommen gesättigt, so daß von feuchten Flächen aus in derartiger Luft keine Verdunstung weiter stattfinden kann. Diese angegebenen Mengen von Wasserdampf in der Luft, in Gramm pro Kubikmeter ausgedrückt, geben die sogenannte „*absolute Feuchtigkeit*" der Luft an.

Aus der obigen Zusammenstellung geht hervor, daß wir aus der Zahl für diese absolute Feuchtigkeit noch nicht allein den Feuchtigkeitszustand der Luft beurteilen können. Denn ein Gehalt von z. B. 4,9 g pro cbm kann bei 0° eine vollständige Sättigung der Luft bezeichnen, bei einer höheren Temperatur dagegen eine größere oder geringere Trockenheit, und also weitere Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasser. Um die weitere Aufnahmefähigkeit der Luft an einer Zahl beurteilen zu können, benutzt man daher zweckmäßiger den *prozentischen Sättigungsgrad*, durch den man ausdrückt, wieviel Prozent die *vorhandene* Wassermenge in der Luft von der bei der gleichen Temperatur *möglichen* ausmacht. Wäre zum Beispiel in einer Luft von 16° Wärme statt der möglichen 13,5 nur 4,9 g Wasserdampf enthalten, so wäre dieselbe nicht vollkommen, also zu 100% gesättigt, sondern nur im Verhältnis wie $\frac{4{,}9 \cdot 100}{13{,}5} = 36{,}3$ %. Diese prozentische Zahl nennt man „*relative Feuchtigkeit*." Dieselbe liefert denjenigen Ausdruck für die Luftfeuchtigkeit, der für die verschiedenen oben angeführten Verhältnisse in der Wasserverdunstung und im organischen Leben bestimmend ist. Wenn daher für praktische Zwecke das Maß der Luftfeuchtigkeit angegeben werden

ſoll, ſo kommt es auf die relative Feuchtigkeit an, während man aus der abſoluten allein noch keine genügenden Folgerungen ziehen kann.

Hierbei iſt zu erwähnen, daß die gasförmige Feuchtigkeit in der atmoſphäriſchen Luft von den Pflanzen durch ihre oberirdiſchen Teile nicht aufgenommen werden kann, wie dieſe letzteren ja überhaupt nicht für die Waſſeraufnahme in Betracht kommen. Das verſchiedene Maß der relativen Feuchtigkeit in der Luft beeinflußt nur die Verdunſtung von ſeiten der Pflanze in ihren oberirdiſchen Teilen und demzufolge erſt indirekt den verſchieden friſchen oder welken Zuſtand der Pflanze.

a) Haarhygrometer nach Koppe.

Zur Beſtimmung der relativen Feuchtigkeit verwendet man im einfachſten Falle Stoffe aus organiſcher Subſtanz, welche in irgend welcher Weiſe auf die relative Feuchtigkeit reagieren. In dieſer Beziehung iſt es bekannt, daß Darmſaiten, Samen vom Storchſchnabel und vor allem Haare von Menſchen und Tieren ſich je nach dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft verſchieden verhalten. Die Konſtruktion ſogenannter Wetterhäuschen, wie ſie beſonders in Thüringen und im Harz hergeſtellt werden, beruht z. B. darauf, daß eine freihängende unten belaſtete gedrehte Darmſaite ſich in feuchter Luft ausdehnt, in trockener dagegen zuſammenzieht. Sie dreht ſich dabei nach der einen oder anderen Richtung, ſo daß das Heraustreten der angebrachten Figuren von dem Maße der Drehung und alſo auch von der Höhe des Feuchtigkeitsgehaltes in der Luft abhängt. Für genauere Meſſungen der relativen Feuchtigkeit verwendet man vor allem blonde Menſchenhaare, die entfettet ſind. Bei dem gebräuchlichſten ſogenannten Haar-Hygrometer nach K. Koppe (Figur 9) iſt ein ſolches blondes entfettetes Menſchenhaar ſenkrecht aufgehängt, unten einmal um eine drehbare Achſe gewickelt und am äußerſten Ende mit einem kleinen Gewicht beſchwert. An der Achſe iſt ein Zeiger angebracht, der auf die Teile einer Skala zeigt, deren höchſter Punkt 100% iſt. Wenn nun die Luft feuchter wird, ſo verlängert ſich das Haar und der Zeiger bewegt ſich nach der einen Richtung. Folgt dann trockene Luft, ſo zieht ſich das Haar zuſammen und dreht den Zeiger nach der entgegengeſetzten Richtung. Die Einteilung der Skala wird nach Verſuchen bewirkt, bei denen man den Apparat in verſchieden feuchte Luft mit bekanntem Waſſergehalte bringt und die entſprechenden Stellungen des Zeigers auf der Skala markiert. Derartige Haarhygrometer ſind in verſchiedener Form und Ausſtattung im Handel zu haben. Wenn das dabei verwendete Haar rein von Fett oder

Fig. 9.
Haarhygrometer nach Koppe.

sonstigen Verunreinigungen bleibt, so kann es lange Zeit benutzt werden. Es ist aber gut, den Apparat gelegentlich einmal in vollkommen feuchte Luft zu bringen, z. B. in den Dampf von heißem Wasser, und nachzusehen, ob der Zeiger auf 100 % zeigt. Tut er dies nicht, so muß er an der vorhandenen Stelloorrichtung auf 100 eingestellt werden.

Ist man im Besitz eines gut anzeigenden Haarhygrometers, so kann man bei gleichzeitiger Ablesung der augenblicklichen Temperatur mancherlei Schlüsse aus seinen Angaben ziehen. Man kann z. B. aus der augenblicklichen Temperatur und der relativen Feuchtigkeit nach dem Haarhygrometer den Taupunkt der Luft berechnen, woraus dann weiter im Frühjahr und Herbst Schlüsse auf das Eintreten von Nachtfrösten gezogen werden können. Es beruht dies darauf, daß die Temperatur in klaren Nächten, die im Frühjahr und Herbst für die Frostgefahr in Betracht kommen, kaum jemals unter den Taupunkt der Luft fällt, da bei diesem dann die Ausscheidung von Tau oder Nebel stattfindet, wobei etwas Wärme frei wird und der weiteren Abkühlung entgegen wirkt. Die Berechnung des Taupunktes geht aus folgendem Beispiel hervor. Die Temperatur (z. B. abends 5—6 Uhr) sei 6° und die Angaben des Haarhygrometers für die relative Luftfeuchtigkeit 60%. Aus einer Tabelle für die Spannkraft des Wasserdampfes (resp. für die absolute Feuchtigkeit) bei verschiedenen Temperaturen[1]) ersieht man, daß die Luft bei 6° eine absolute Feuchtigkeit von nicht mehr als 7,00 enthalten kann. Davon finden sich aber in der Luft nach Angabe des Haarhygrometers nur 60%, also 4,20. Aus derselben Tabelle ersehen wir, daß mit einer absoluten Feuchtigkeit von 4,20 die Luft bei einer Temperatur von — 1,2° gesättigt ist; diese Temperatur stellt dann den Taupunkt dar. Bei diesem Beispiel würden wir erkennen, daß die Luft, wenn sie nicht wesentlich in ihrer Zusammensetzung verändert wird, was bis zur folgenden Nacht nur selten zu erwarten ist, sich bis zu — 1,2° abkühlen kann, bevor die Ausscheidung von flüssigem Wasser erfolgt. Es ist in diesem Falle Frostgefahr für die folgende Nacht vorhanden. — Würden wir andererseits bei derselben Temperatur von 6° eine Anzeige des Haarhygrometers von 80% sehen, so bedeutete dies eine absolute Feuchtigkeit von 5,60, mit welcher die Luft bei einer Temperatur von 2,8° vollkommen gesättigt wäre. Dieser Taupunkt von 2,8° liegt über Null, bedeutet also, daß die Temperatur in der Nacht sich mit großer Wahrscheinlichkeit nicht bis zum Nullpunkte abkühlen wird, also keine Frostgefahr vorliegt.

b) Psychrometer.

Eine andere Bestimmungsmethode der Luftfeuchtigkeit ist mit Hülfe eines sogenannten Psychrometers möglich. Dieses besteht aus zwei nebeneinander aufgehängten genauen Thermometern in gleicher Ausführung (Fig. 6, Seite 27, die beiden senkrecht stehenden), von denen das eine unten am Quecksilbergefäß mit feucht gehaltenem Mull in einfacher Schicht umhüllt ist. Die Feuchterhaltung des Mulls wird erreicht dadurch, daß derselbe über dem Quecksilbergefäße mit weichem Docht festgebunden ist, der dann seinerseits mit den freien Enden in ein daneben angebrachtes kleines Gefäß mit reinem Wasser taucht. Der Docht saugt das Wasser herauf und hält den Mull

[1]) Siehe Anhang.

feucht. — Durch die Verdunstung von der feuchten Mullumhüllung aus findet eine Abkühlung statt, sodaß das feuchte Thermometer eine niedrigere Temperatur anzeigt, als das trockene. Je trockner die Luft ist, um so intensiver findet die Verdunstung statt und um so größer ist die Differenz im Stande beider Thermometer. Ist die umgebende Luft vollkommen mit Feuchtigkeit gesättigt, beträgt also die relative Feuchtigkeit 100%, so findet keinerlei Verdunstung statt und die beiden Thermometer stimmen in ihrer Angabe überein. Wegen der Umhüllung des einen kann sogar bei mit Wasserdampf gesättigter Luft das feuchte Thermometer ein oder zwei zehntel Grad höher als das trockene zeigen. Da nun also die Differenz beider Thermometer von der Feuchtigkeit der Luft abhängt, so kann man aus den Angaben von zwei in dieser Art aufgestellten Thermometern die Luftfeuchtigkeit berechnen.

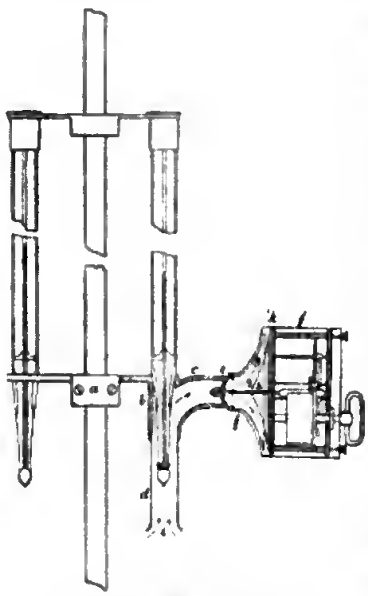


Fig. 10. Psychrometer mit Aspirator.

In der neueren Zeit hat man ein solches Psychrometer noch dadurch verbessert, daß man an dem feuchten Thermometer eine kleine durch ein Uhrwerk getriebene Turbine anbringt, welche die Luft in einem stetigen Strome an der Kugel des feuchten Thermometers vorüber-saugt. (Fig. 10.) Es wird dadurch verhindert, daß sich, wie bei ruhiger Luft zu befürchten wäre, in der Umgebung der feuchten Mulloberfläche eine mit Wasserdampf gesättigte Atmosphäre bildet und eine Zeit lang erhält, wodurch dann die weitere Verdunstung verhindert würde. Die Ausstattung eines Psychrometers mit einer solchen Turbine, welche nur während der Beobachtung aufgezogen und angebracht wird, ist daher eine wichtige Verbesserung.

Die Berechnung der Luftfeuchtigkeit nach den Angaben eines solchen mit einer Turbine versehenen Psychrometers (eines Aspirations-Psychrometers) ist nach der folgenden von Professor Sprung in Potsdam angegebenen Formel möglich:

$$e = e^1 - {}^1/_2\,(t - t^1)\,\frac{b}{755}$$

In derselben bezeichnet: e die gesuchte Dampfspannung in mm,[1]) e^1 die zu der Temperatur des feuchten Thermometers gehörige Maximal-Dampf-

[1]) Da man die Masse der atmosphärischen Luft resp. ihr Gewicht gewohnt ist, in Millimetern einer Quecksilbersäule anzugeben, welche den gleichen Druck ausübt wie die entsprechende Luft, so hat man auch, besonders früher, den in der Luft enthaltenen Wasserdampf durch den von ihm ausgeübten Druck in Millimetern Quecksilbersäule gemessen angegeben. Man glaubte ursprünglich, daß der Druck der Atmosphäre sich zusammensetze, in Form einer einfachen Addition, aus dem Drucke der trockenen Luft und demjenigen des darin enthaltenen Wasserdampfes, sodaß also z. B., wenn Luft mit einem Barometerstande von 760 mm 1% Wasserdampf enthielte, der Druck sich derart verteilte, daß 752,4 mm auf die trockene Luft kämen, 7,6 dagegen auf den Wasserdampf. Durch neuere Untersuchungen über die Verhältnisse bei Mischungen von Gasen, also auch von Luft und Wasserdampf, hat sich ergeben, daß dabei der gemeinsam ausgeübte Druck nicht einfach gleich der Summe der Einzeldrucke der Bestandteile ist. Trotzdem aber bestimmt

spannung, welche man aus einer Tabelle, wie sie bereits oben erwähnt wurde (im Anhang), ablesen kann; t bedeutet die Temperatur des trockenen Thermometers, t^1 die des feuchten, b der zugleich abgelesene Barometerstand. Dieser letztere, also der Faktor $\frac{b}{755}$ kann in tief gelegenen Gebieten, deren Erhebung über den Meeresspiegel nicht über 250 m hinaus geht, ohne große Fehler vernachlässigt werden. Die Berechnung der Luftfeuchtigkeit aus den Ablesungen am Psychrometer vollzieht sich dann in der Art, daß man aus der Psychrometertabelle zur Temperatur des feuchten Thermometers t^1 die Maximaldampfspannung abliest, daß man dann die Differenz im Stande des trockenen und feuchten Thermometers berechnet, dieselbe halbiert und von der Dampfspannung e^1 abzieht. Man erhält dann die augenblicklich herrschende Dampfspannung der Luft, also die „absolute Feuchtigkeit" derselben. Um die für viele Verhältnisse wichtige „relative Feuchtigkeit" zu finden, sieht man in der Psychrometertabelle nach, welche Dampfspannung in der Luft bei der augenblicklichen vom trockenen Thermometer angezeigten Temperatur möglich ist und berechnet, wieviel Prozent von dieser möglichen die faktisch gefundene ausmacht.[1]) Das Eis oder das gefrorene Wasser verdampft oder verdunstet weniger intensiv und demzufolge ist die Luft über Eis bei der Sättigung weniger reich an Wasserdampf als über flüssigem Wasser. Die Zahlen für die Maximalspannkraft des Wasserdampfes über Eis sind daher niedriger, als die über flüssigem Wasser.

Bei den Ablesungen am Psychrometer im Winter muß man daher genau nachsehen, ob am feuchten Thermometer sich noch ungefrorenes Wasser oder Eis

---

man, um nicht alle alten Tabellen auf einmal umzustoßen, meistens auch jetzt noch die Luftfeuchtigkeit nicht dem Gewichte nach, also z. B. in Gramm pro Kubikmeter, sondern dem Drucke nach, den der Wasserdampf für sich in Millimetern Quecksilbersäule ausüben würde. Dieser sogenannte Dampfdruck oder Dunstdruck, auch Dampfspannung genannt, steht überdies in einer näheren Beziehung zur Schnelligkeit der Verdunstung, besonders auch von der feuchten Oberfläche des mit Mull umhüllten Thermometers aus. — Die Zahlen für den Dampfdruck in feuchter Luft, ausgedrückt in Millimetern einer Quecksilbersäule, stimmen nun zufälligerweise auffallend nahe überein mit den Zahlen für das Gewicht der Feuchtigkeit, ausgedrückt in Gramm pro Kubikmeter. Die Übereinstimmung ist vollkommen etwa bei 16° C, indem dort in 1 cbm Luft bei vollkommener Sättigung annähernd genau 13,5 g Feuchtigkeit enthalten sind und der Einzeldruck dieser Feuchtigkeit, also ohne die zugleich vorhandene Luft, 13,5 mm Quecksilberhöhe beträgt. Die ziemlich weitgehende Übereinstimmung bei den für gewöhnlich herrschenden Lufttemperaturen ergibt sich aus folgender Übersicht:

Temperatur	Feuchtigkeit Gramm pro Kubikmeter	Dampfdruck Millimeter Quecksilbersäule
40° C	50,7	54,9
30° „	30,1	31,5
16° „	13,5	13,5
0° „	4,9	4,6
—20° „	1,0	0,9

[1]) Eine Tabelle, welche die Maximalspannkraft des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen angibt, findet sich am Schlusse zusammengestellt nach der vom Königlich Preußischen Meteorologischen Institut herausgegebenen Anleitung zur Anstellung und Berechnung meteorologischer Beobachtungen (2. Aufl. II. Teil. Berlin 1905 bei A. Ascher u. Co. S. 48).

Diese Tabelle ist unter Benutzung der Scheel'schen in der 3. Auflage der physikalisch-chemischen Tabellen von Landolt und Börnstein befindlichen Werte aufgestellt. Da die Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes über Wasser anders ist als über Eis, enthält eine besondere Tabelle die Zahlen für Eisdampf.

befindet. Wenn letzteres vorhanden ist, so darf dasselbe keine zu dicke Schicht bilden, sondern es soll möglichst nur das vom feuchten Mull aufgesogene Wasser gefroren sein.

Die Benutzung eines Psychrometers zur Bestimmung der Feuchtigkeitsmenge in der Luft ist besonders für umfangreichere und eingehendere Beobachtungen notwendig. Für die gewöhnlichen landwirtschaftlichen Zwecke genügt im allgemeinen ein gutes, öfters kontrolliertes Haarhygrometer nach Koppe, wie es oben beschrieben wurde.

E. Beobachtung des Windes.

Die Beobachtung des Windes ist für den Landwirt in verschiedener Hinsicht von Wichtigkeit. Einmal ist die Stärke des Windes bei verschiedenen landwirtschaftlichen Arbeiten zu berücksichtigen, wie z. B. beim Streuen des künstlichen Düngers, beim Aufstellen der Puppen oder Stiegen in der Getreideernte und auch ferner beim Auswintern der Feldfrüchte im Winter. Es ist in der letzteren Hinsicht bekannt, daß besonders der Weizen, aber in gewissem Maße auch die Luzerne, gegen kalte und austrocknende Ostwinde sehr empfindlich sind, so daß man auf diese bei ihrem Anbau Rücksicht nehmen muß. In allen diesen und noch manchen anderen Beziehungen handelt es sich sowohl um die Richtung, aus der der Wind kommt, als auch um die Stärke desselben. Die Beobachtung des Windes, sowohl der Richtung als auch der Stärke desselben, ist aber auch für den Landwirt im Interesse der Wettervorhersage wichtig. Es braucht hier nur daran erinnert zu werden, wie die Gestaltung der zukünftigen Witterung sehr wesentlich davon abhängt, ob bei zunächst herrschendem Ostwind dieser sich nach Süden oder nach Norden dreht. Im ersteren Falle ist mit großer Wahrscheinlichkeit in Mitteleuropa, besonders in Mitteldeutschland, Eintritt von Regenwetter zu erwarten, im zweiten Falle dagegen meistens Fortdauer des klaren Wetters. Ebenso ist nach Regenwetter mit SW- bis WSW-Wind des Eintreten von NW-Wind ein Zeichen, daß die Störung zunächst überwunden ist und fürs erste Zerreißen der Wolkendecke und Nachlassen der Niederschläge zu erwarten ist. Im allgemeinen kann man auch bei nördlichen Winden auf niedere Temperaturen rechnen, bei südlichen auf höhere, wenn auch hie und da Ausnahmen davon vorkommen können. Die Beachtung des Windes hat also in verschiedener Richtung ihre Bedeutung.

a) Richtung.

Was nun zunächst bei der Beobachtung des Windes in Betracht kommt, ist die Richtung, aus welcher derselbe kommt und zwar in den unteren Schichten der atmosphärischen Luft. Die Zugrichtung derselben ist vielfach beträchtlich verschieden von den Zugrichtungen der Luft in mäßig hohen, resp. auch in sehr hohen Schichten. Es kann bisweilen vorkommen, daß in der atmosphärischen Luft übereinander mehrere verschiedene Zugrichtungen vorhanden sind, die oft stark von einander abweichen. Die Feststellung der Zugrichtung der höheren Luftschichten würde ja nun ebenfalls für viele Zwecke, namentlich für die Wettervorhersage, sehr wichtig sein. Diese Feststellung ist aber nur möglich wenn sich durch Zufall in den betreffenden Luftschichten Wolken befinden, deren Bewegung

von unten aus beobachtet werden kann. Um genauere Schlüsse daraus zu ziehen, wäre es allerdings notwendig, die Höhe der betreffenden ziehenden Wolken zu kennen. An meteorologischen Zentralinstituten ist es mit Hülfe der modernen Hülfsmittel, namentlich mit Hülfe der Photographie möglich, die Höhe von Wolken genau festzustellen, während man mit bloßem Augenmaße nur sehr unsichere Schätzungen anstellen kann.

Besonders wichtig ist in dieser Beziehung die Richtung, aus der die sogenannten Federwolken (Cirrus), die feinsten haar- oder federähnlichen Wolken, in großen Höhen ziehen. Sie stellen zugleich unter den gewöhnlichen Verhältnissen die höchste sichtbare Wolkenschicht dar, über der nur selten noch weiße Silberwölkchen in sehr großen Höhen auftreten, welche aber nur ausnahmsweise in klaren Nächten beobachtet werden und bei ihrer Seltenheit eine geringere Wichtigkeit haben. Bei den Cirruswolken selbst kommt es dann weniger darauf an, welche genaue Höhe sie haben, wenn sie auch bekanntermaßen in Mitteleuropa vielfach ca. 8000 m hoch sind. Es kommt vielmehr bei ihnen nur in Betracht, daß sie überhaupt die höchsten Wolkenschichten für gewöhnlich darstellen und daß ihre Zugrichtung zugleich die Bewegung der hohen Luftschichten erkennen läßt. Da in großer Höhe die Luft stets aus der Gegend, in welcher auf der Erdoberfläche niederer Luftdruck herrscht, nach einer anderen, mit hohem Luftdruck auf der Erdoberfläche, strömt, so sagt uns die Richtung, aus der die Cirruswolken ziehen, in welcher Gegend wir ein Zentrum niederen Luftdrucks zu suchen haben. Dabei ist es weiter wichtig, ob die Cirruswolken schnell oder langsam ziehen, indem dann aus dem schnellen Zuge zu folgern ist, daß die Annäherung niederen Luftdrucks in kurzer Zeit zu erwarten ist, bei langsamem Zuge dagegen erst nach längerer Zeit. Die Bewegung der Cirruswolken ist dabei bisweilen eine so langsame, daß bei der Beobachtung mit bloßem Auge eine Bewegung überhaupt nicht zu erkennen ist. Andererseits ist es auch wichtig, ob die Cirruswolken aus SW. oder W. kommen, also aus den Gegenden, aus denen in Mitteleuropa besonders die Annäherung von Störungen durch niederen Luftdruck zu erwarten ist, oder etwa aus NO. oder O., von wo der durch die Zugrichtung der Cirruswolken angezeigte niedere Luftdruck sich nur selten nähert. Diese Beobachtung der Luftbewegungen mit Hülfe von Cirruswolken ist die einzige, bei der die Bewegungsrichtung von Wolken eine Bedeutung hat. In allen übrigen Fällen handelt es sich bei der Beobachtung der Luftbewegung vielmehr um diejenige in tieferen Schichten, und zwar berücksichtigt man hauptsächlich die Höhen zwischen 10—80 m über der Bodenoberfläche. Die Luftbewegungen in geringeren Höhen als 10 m haben eine geringere Bedeutung, da hier die Windrichtung und Stärke durch vielfache Gegenstände auf der Erdoberfläche gestört wird. Über 80 m hinaus herrscht dagegen bereits häufig eine andere Windrichtung als auf der Erdoberfläche, die für die Luftströmungsverhältnisse auf derselben ohne Bedeutung ist. Bei dem aus hohen Schornsteinen aufsteigenden Rauche sieht man oft deutlich die Abweichung in der Windrichtung in verschiedenen Höhen. Der Rauch wird bisweilen zunächst in der einen Richtung vom Schornstein aus fortgeführt, dann aber in einer gewissen Entfernung und Höhe nach einer anderen abgebogen. Für die gewöhnlichen Windbeobachtungen kommt also die untere Richtung in Betracht.

Zur Feststellung der herrschenden Windrichtung ist es nun in erster

Linie wichtig, die Lage der Himmelsrichtungen für den Standort des Beobachters genau festzustellen. Es geschieht dies am bequemsten und häufigsten mit Hülfe eines richtigen Kompasses; nur muß bei der Benutzung desselben berücksichtigt werden, daß der magnetische Pol, den der Kompaß in der Nordrichtung anzeigt, nicht mit dem physischen Nordpol der Erde zusammenfällt. Seine Lage ist außerdem nicht konstant, sondern gesetzmäßigen Veränderungen unterworfen. Über diese und also auch über die Abweichung des Kompasses von der wirklichen Nordrichtung werden an verschiedenen erdmagnetischen Instituten, u. a. z. B. in Potsdam, ständige Beobachtungen angestellt, so daß man das Maß der Abweichung von dort erfahren kann. Es ist im Falle des Bedarfs eine einfache briefliche Anfrage an ein solches Institut — im Königreich Preußen z. B. nach Potsdam — zu richten. Sonst müssen im Lande besonders die Feldmesser und Markscheider stets über das Maß der Abweichung der Magnetnadel unterrichtet sein, da sie ständig damit arbeiten. Augenblicklich beträgt z. B. für Halle a. S. die Abweichung der Magnetnadel nach Westen ca. 11°. — Für eine genaue Feststellung der Nordrichtung ist nun nicht ein Kompaß zu gebrauchen, wie er in der einfachsten Form sich vielfach im Handel findet, an welchem nur die verschiedenen Himmelsrichtungen und vielleicht eine durchschnittliche Abweichung angegeben ist. Diese letztere hat für die Benutzung keinen Wert, da ihr Maß, wie schon erwähnt, sich beständig verändert. Es ist vielmehr ein Kompaß vorzuziehen, an welchem außer den Hauptthimmelsrichtungen eine Kreiseinteilung in 360° angebracht ist, so daß man die Magnetnadel auf die jeweilige Abweichung einstellen kann. Wenn also die Abweichung gerade 11° beträgt, und der Nullpunkt der Kreiseinteilung mit Nord bezeichnet ist, so muß man, um diesen Punkt mit der wahren Nordrichtung in Übereinstimmung zu bringen, den Kompaß so drehen, daß das Nordende der Magnetnadel auf 360 — 11° also 349° zeigt. Die Richtung, welche der mit N bezeichnete Nullpunkt des Kreises angibt, stellt dann die Nordrichtung dar. — Hat man die Nord-Süd-Richtung festgestellt, so ist es zweckmäßig, sich vom Standpunkte des Beobachters aus zwei Punkte in der Umgebung so zu merken oder auch durch zwei Pfähle abzustecken, daß die Verbindungslinie von Nord nach Süd zeigt. — Eine gewisse Kontrolle für eine derartige Feststellung des Nordpunktes hat man in klaren Nächten an der Stellung des Polarsterns. Derselbe ist als Deichselspitze des kleinen Wagens verhältnismäßig leicht zu finden, sowie auch dadurch, daß ihn die Verbindungslinie der beiden hintersten Sterne des großen Wagens oder großen Bären bei der Verlängerung trifft. Der Polarstern liegt allerdings nicht völlig genau im Nordpol des Himmels, sondern um eine geringe Distanz davon, nämlich ca. 1 ¼°. Diese Abweichung ist aber so gering, daß sie für viele Zwecke vernachlässigt werden kann.

Bei der Bestimmung der Windrichtung selbst ist der aus Schornsteinen aufsteigende Rauch vielfach ein ganz brauchbares Mittel, da er vor allem den Vorzug der leichten Beweglichkeit hat, und da andererseits die Mündungen der Schornsteine meistens die höchsten Punkte der Umgebung bilden. Größere Höhen als 80 m kommen dabei überdies kaum in Betracht. Bei der Benutzung des Rauches aus Schornsteinen muß nur damit gerechnet werden, daß man denselben selten von einem senkrecht darunter gelegenen Standorte aus beobachtet, sondern meist nur von der Seite aus einer gewissen Entfernung. Dabei kommen Täuschungen in der Art vor, als man bei seit-

lich vom Schornsteine abziehenden Rauche oft schwer unterscheiden kann, ob er mehr auf den Beschauer hin oder schräg von ihm abzieht. Wenn man z. B. auf den Schornstein zu von Süd nach Nord blickt, so kann man leicht die Nord-West-Richtung mit Süd-West und Nord-Ost mit Süd-Ost verwechseln. Ist man aber auf die Möglichkeit solcher Irrtümer vorbereitet, so gelingt es meistens, durch erfahrungsgemäß gesammelte Kennzeichen die wahre Richtung mit Hülfe des Rauchs festzustellen. Sehr wertvoll ist für derartige Beobachtungen dann das Vorhandensein eines ständig rauchenden Schornsteines, am besten mit weißem Rauch, da dann immer sicher auf dieses Kennzeichen zu rechnen und der weiße Rauch auch in der Nacht meistens zu erkennen ist.

Außer dem Rauch dienen vor allem Windfahnen zur Feststellung der Windrichtung, die nur leider, so wie sie an Gebäuden vielfach mehr zur Verzierung angebracht sind, selten richtig zeigen, oder zum mindesten zu schwer beweglich sind. Die Forderung, die man in erster Linie an eine zuverlässige Windfahne stellen muß, ist die einer allseitig freien Aufstellung, sodaß sie also alle benachbarten Gegenstände, Dächer, Bäume u. s. w. überragen muß; sodann ist notwendig, eine vollkommen ungehinderte und leichte Beweglichkeit und endlich eine senkrechte Stellung der Achse, um die sich die Windfahne dreht. Steht die Achse nicht genau senkrecht, sondern schräg, so hängt die Fahne nach der einen Seite und kann aus dieser Stellung nur erst durch stärkere Winde, aber auch dann nicht genügend weit herausgebracht werden. Für landwirtschaftliche Zwecke kann besonders die sogenannte Wild'sche Windfahne mit Windstärke-Tafel (Figur 11) empfohlen werden, wie sie in den Handlungen meteorologischer Apparate für verhältnismäßig geringen Preis zu erhalten ist. Bei dieser ist an einer senkrechten eisernen Stange einmal ein Kreuz angebracht, dessen einer Arm meist mit einem N bezeichnet ist, welches bei richtiger Aufstellung der ganzen Einrichtung genau nach Norden zeigen muß. Über diesem Kreuz befindet sich die gut drehbare Windfahne, deren eine Seite an einem Stabe eine Kugel trägt, während die andere die eigentliche Fahne bildet. Die Kugel hält der Fahne das Gleichgewicht, so daß diese letztere auf die Führungen der Achse keinen einseitigen Druck ausüben kann. Um bei den Windfahnen nach Möglichkeit die Unruhe zu vermindern, wendet man für genauere Beobachtungen eine keilförmig gespaltene Windfahne an, bei der zwei dreieckig geschnittene Seitenbleche einen Keil bilden. Ganz können aber auch durch diese Gestaltung der Windfahne die Schwankungen nicht vermieden werden, namentlich wenn auf der Erdoberfläche durch Häuser, Bäume und andere Gegenstände vielfache Hindernisse für den Wind vorhanden sind. Bei stark schwankender Windfahne muß

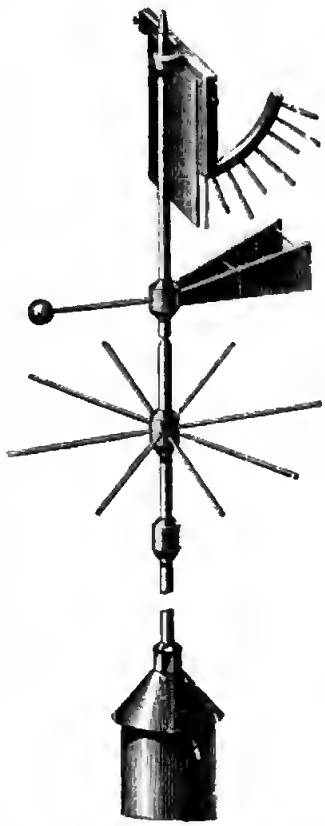


Fig. 11.
Wild'sche Windfahne mit Windstärketafel.

man daher aus einigen wiederholten Beobachtungen die vorherrschende Windrichtung festzustellen suchen.

b) Windstärke.

Über der eigentlichen Windfahne ist an der von Wild angegebenen Einrichtung noch die sogenannte Stärketafel angebracht, eine senkrecht an zwei Spitzen beweglich aufgehängte Blechtafel, welche sich bei der Drehung der Windfahne stets von selbst senkrecht zur Windrichtung stellt. Je nach der Stärke des Windes wird diese Tafel mehr oder weniger aus der senkrechten Stellung herausgehoben, so daß man an ihr die Windstärke beurteilen kann. Um das Maß des Emporhebens der Tafel beurteilen zu können, ist neben ihr ein Viertelskreisbogen angebracht, der mit 8 von weitem gut sichtbaren Stiften versehen ist. Die Tafel wird für gewöhnlich in einer Größe von 15 cm Breite und 30 cm Länge und mit einem Gewichte von 200 g hergestellt. Nach erfahrungsmäßigen Feststellungen besteht dann zwischen den Stiftnummern und der Windgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde annähernd folgende Beziehung

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	
Geschwindigkeit	0	2	4	6	8	10	14	20	m pro Sekunde

Im übrigen hat es sich gut bewährt, außer mit Hülfe der Wild'schen Windstärketafel noch durch einfache Schätzung die Windgeschwindigkeit festzustellen. Trotzdem man eine solche Schätzung für verhältnismäßig unsicher halten könnte, hat man doch bei der großen Zahl der Beobachter und Beobachtungen, welche von den meteorologischen Instituten beurteilt werden können, gute Erfahrungen damit gemacht. Man richtet sich dabei nach einer von Beaufort angegebenen Skala mit Stufen von 0—12 für die Windstärke. Man kann diese Stufen in folgender Weise beschreiben:

Stärke 0 = vollkommene Windstille (Calme).
„ 1 = leiser Zug, der Rauch steigt fast gerade empor.
„ 2 = leichter Wind, für das Gefühl eben bemerkbar.
„ 3 = schwacher Wind, bewegt einen leichten Wimpel, auch die Blätter der Bäume.
„ 4 = mäßiger Wind, streckt einen Wimpel, bewegt kleinere Zweige der Bäume.
„ 5 = frischer Wind, bewegt größere Zweige der Bäume, wird für das Gefühl schon unangenehm.
„ 6 = starker Wind, wird an Häusern und an anderen festen Gegenständen hörbar, bewegt große Zweige der Bäume.
„ 7 = steifer Wind, bewegt schwächere Baumstämme, wirft auf stehendem Wasser Wellen auf, welche oben überstürzen.
„ 8 = stürmischer Wind, ganze Bäume werden bewegt; ein gegen den Wind schreitender Mensch wird merkbar aufgehalten.
„ 9 = Sturm, leichtere Gegenstände, wie Dachziegel u. s. w. werden aus ihrer Lage gebracht.
„ 10 = voller Sturm, Bäume werden umgeworfen.
„ 11 = schwerer Sturm, zerstörende Wirkungen schwerer Art.
„ 12 = Orkan, verwüstende Wirkungen.

Zur Meſſung der Stärke des Windes bezw. ſeiner Geſchwindigkeit verwendet man bei genaueren Feſtſtellungen ſogenannte Schalenkreuz-Anemometer nach Robinſon. (Figur 12). Die Konſtruktion derſelben beruht darauf, daß an den 4 Enden eines Kreuzes von 2 eiſernen Stäben halbkugelförmige offene Schalen derart angebracht ſind, daß ihre offenen Seiten alle nach derſelben Richtung zeigen. Wenn dieſes Schalenkreuz um ſeine Achſe drehbar iſt und dem Winde ausgeſetzt wird, ſo iſt es leicht verſtändlich, daß die Schalen an ihren offenen Seiten dem Winde mehr Widerſtand entgegenſetzen, als an den geſchloſſenen. Es wird ſich alſo in der Richtung drehen, daß die geſchloſſene Seite der Halbkugel vorangeht. Die Schnelligkeit der Drehung hängt von der Windgeſchwindigkeit ab, ſo daß zwiſchen dieſer und der Drehungsgeſchwindigkeit ein beſtimmtes Verhältnis beſteht, welches für jeden Apparat eigentümlich iſt und von der Länge der Stäbe, Größe der Schalen und der Reibung der Achſen abhängt. Meiſtens wird für jedes derartige Anemometer dieſes Verhältnis experimentell feſtgeſtellt, wofür unter anderem an der deutſchen Seewarte in Hamburg Einrichtungen exiſtieren. Die Zahl der Umdrehungen eines ſolchen Windgeſchwindigkeitsmeſſers werden mit Hülfe eines Zählwerkes oder auch mit Hülfe elektriſcher Übertragung durch Aufſchreiben auf ein Papier feſtgeſtellt. Bei meteorologiſchen Beobachtungen, bei denen auf die Beobachtung der Windgeſchwindigkeit ein beſonderer Wert gelegt wird, bietet ein Schalenkreuzanemometer das beſte Hilfsmittel für genaue Meſſungen.

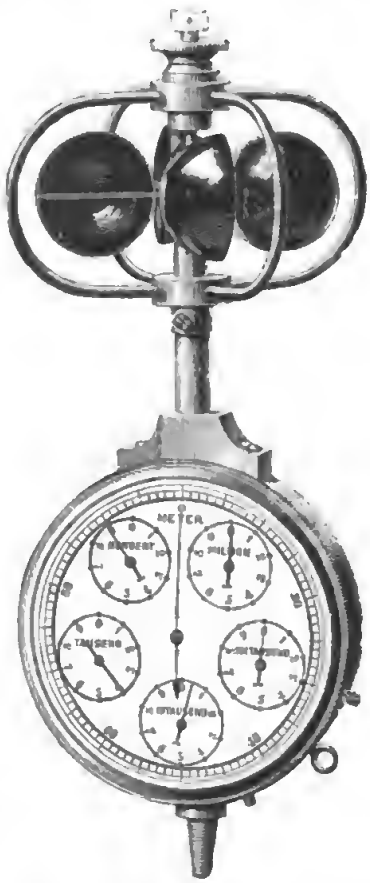


Fig. 12.
Schalenkreuz-Anemometer.

Was für Windgeſchwindigkeiten den einzelnen Stufen der oben erwähnten Skala nach Beaufort entſprechen, ausgedrückt in Metern pro Sekunde, iſt verſchiedentlich feſtzuſtellen verſucht worden. Nach Börnſtein beſteht folgendes Verhältnis:

Stufe nach Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Geſchwindigkeit	—	1,5	3,7	6,2	8,8	11,8	15,0	18,8	24,0	32,8	50,0	?	?

Meter pro Sekunde.

Die Windrichtung wird natürlich nach den Himmelsrichtungen bezeichnet und zwar nach denjenigen, aus denen der Wind kommt, nicht etwa nach denen, in die er hingeht. Dabei unterſcheidet man zunächſt die acht ſogenannten Hauptrichtungen nämlich:

N = Nord
NO oder NE = Nordoſt
O oder E = Oſt
SO oder SE = Südoſt
S = Süd
SW = Südweſt
NW = Nordweſt
W = Weſt

Die Windstille bezeichnet man in der Meteorologie mit C, das bedeutet Calme. Bei den internationalen Bezeichnungen setzt man aus praktischen Gründen, um Ost zu bezeichnen, statt O ein E, dem englischen East = Ost entsprechend. Man hat diese Bezeichnung nach dem englischen Worte deshalb vorgezogen, weil unsere deutsche Abkürzung O leicht zu Verwechslungen mit Null oder auch mit dem französischen Ouest = West führt. — Außer den genannten 8 Hauptrichtungen kann man noch bei genaueren Beobachtungen die sogenannten 8 Zwischenrichtungen unterscheiden; nämlich:

NNE	SSW
ENE	WSW
ESE	WNW
SSE	NNW

In Gegenden, in denen sich auf der Erdoberfläche vielerlei Hindernisse dem Winde entgegenstellen, wie z. B. zwischen den Häusern einer größeren Stadt, sind die Schwankungen des Windes bisweilen derartig groß und häufig, daß es schon Schwierigkeiten macht, die Hauptrichtung zu bestimmen, und man auf die Feststellung der Zwischenrichtung verzichtet. Immerhin gibt es aber einige von den letzteren, welche eine besondere Wichtigkeit haben. Besonders gilt dies von der Richtung WSW. Es ist dies diejenige Windrichtung, welche in Mitteldeutschland oder auch in Mitteleuropa bei dem typischen „schlechten" Wetter vorliegt, welches durch die Lage von niedrigem Luftdruck über England oder der Nordsee und von hohem Luftdruck über Südwest-Frankreich verursacht wird. Die größte Zahl der bei uns vorkommenden Stürme kommt ebenfalls aus dieser Richtung. Geht diese Windrichtung in Südwest oder auch in West über, so ist vielfach der Charakter des Wetters danach ein beträchtlich abweichender.

F. Beobachtung der Wolken.

Die Beobachtung der Wolken, sowohl in Bezug auf ihre Ausdehnung, wie auch auf ihre Stärke, wie endlich in Bezug auf ihre Beschaffenheit, ist für den Landwirt besonders aus dem Grunde wichtig, als die Wolken die Sonnenstrahlen von der Erdoberfläche abhalten. Da vom Sonnenschein das Leben aller Organismen, also auch das der landwirtschaftlich wichtigen Pflanzen und Tiere, stark beeinflußt wird oder vielmehr ganz abhängt, so stellt besonders das Maß der Bewölkung im Verlaufe des Jahres einen gewissen Maßstab dar für diese Wirkung der Sonne. Da nun die direkte Bestimmung der Sonnenscheindauer bei einfacheren meteorologischen Einrichtungen schwierig ist, so benutzt man vielfach dafür die Wolkenbeobachtungen in der Erwägung, daß die Zeit, in der am Tage die Wolkendecke fehlt, als Sonnenscheindauer gerechnet werden kann. Wenn auch dieser Schluß mit gewissen Unsicherheiten verbunden ist, so ist er doch immerhin in Ermangelung bestimmterer Zahlen nicht ohne Wert. Wenn z. B. festgestellt ist, daß die Bewölkung im Laufe eines Jahres 64 % von der vollen betragen hat, so kann man annähernd darauf schließen, daß 36 % — also der Rest von 100, der möglichen, — Sonnenscheindauer gewesen ist. Bei genauen Feststellungen, welche im landwirtschaftlichen Institut der Universität Halle angestellt wurden und bei denen mit Hülfe besonderer Apparate die Sonnenscheindauer direkt

gemeſſen wurde, ergab ſich z. B., daß in mehreren Jahren etwa 63—64 % der vollen Bewölkung konſtatiert wurden, und andererſeits entſprechend 36 bis 37 % der möglichen Sonnenſcheindauer. — Im übrigen liegt der Wert der Wolkenbeobachtungen in der Unterſtützung der Wettervorherſage, wie es beſonders betreffs der Cirruswolken bereits oben geſchildert wurde.

a) Ausdehnung der Bewölkung.

Das Maß der Bewölkung wird nach Zehnteln des über dem Horizonte liegenden Himmelsgewölbes berechnet. Bei der Beobachtung denkt man ſich, wenn die Wolken an verſchiedenen Teilen des Himmels verſtreut ſind, alle vorhandenen zuſammengerückt und ſchätzt dann, wie viele Zehntel der Himmelsfläche ſie einnehmen würden. Bei der Angabe unterſcheidet man dann die Wolkendecke von 0—10, wobei man auch ſelbſt die kleinſte Wolke, welche an einem ſonſt vollkommen klaren Himmel ſich befindet, mit 1 rechnet, und auch, wenn an einem ſonſt vollkommen bedeckten Himmel nur eine einzige kleine durchbrochene Stelle iſt, die viel weniger als ein Zehntel beträgt, die Zahl 9. Bei Berechnungen der Tagesdurchſchnitte, wenn mehrere Beobachtungen an einem Tage ſtattfinden, oder der Mittelwerte für Monate, Jahre u. ſ. w., berückſichtigt man dann auch die erſten Dezimalſtellen. Wenn z. B. an einem Tage die Bewölkung früh zu 10, mittags zu 5 und abends zu 4 gefunden iſt, ſo iſt das Mittel $\frac{19}{3} = 6{,}3$. Mit 10 multipliziert ergibt dieſe Zahl den prozentiſchen Ausdruck, alſo 63 % beobachtete Bewölkung in Bezug auf die mögliche.

Etwas ſchwierig iſt die Wolkenbeobachtung bei Dunkelheit, indem man ſich dabei nur auf das Erkennen der Sterne verlaſſen kann, um danach das Maß der Wolkendecke zu beurteilen. — Für das Maß der Bewölkung iſt es ferner gleichgültig, ob es ſich um Wolken oder Nebel handelt. Wenn der letztere den freien Himmel ganz oder zum Teil unſichtbar macht, ſo iſt dementſprechend ebenfalls Bewölkung zu vermerken, auch nach Zehnteln, welche vom Himmelsgewölbe nicht ſichtbar ſind. — Bisweilen ſind feine Wolken, beſonders Cirrus, ganz fein durchbrochen, ſo daß man zwiſchen ihren einzelnen Faſern oder Bällchen überall den blauen Himmel durchſieht; man muß dann auch in dieſem Falle ſchätzen, welche Fläche dieſe Wolken bei dichtem Zuſammenſchließen einnehmen würden. Sieht man bei ſolchen Federwolken aber gar nichts vom blauen Himmel hindurch, ſodaß alſo nur eine gleichmäßig weiße oder graue Schicht zu ſehen iſt, ſo rechnet man eine ſolche Wolkendecke für voll; wenn ſie alſo die ganze Himmelsfläche einnimmt = 10.

b) Dicke der Wolkenſchicht.

Weiter kommt noch die Dichte oder Mächtigkeit der Wolken in Betracht, wobei es ſich darum handelt, ob die Wolken ſehr dick, mäßig dick, oder nur ganz dünn ſind. Die Stärke einer Wolke iſt nun vor allem an ihrer Durchſichtigkeit zu erkennen, indem dünne Wolken die Sonnenſtrahlen am Tage ſoweit hindurchſcheinen laſſen, daß ſie in allen ihren Teilen noch weiß ausſehen. Iſt die Wolke von mittlerer Dicke, ſo ſind zwar bei Tage ihre Ränder noch weiß, aber die Mitte meiſtens ſchon heller oder dunkler grau. Iſt eine Wolke endlich ſehr dick, ſo iſt ſie durchgehends grau oder

Digitized by Google

sogar bisweilen fast vollkommen schwarz. Je dunkler eine Wolke gefärbt ist, von um so größerer Mächtigkeit ist sie. Wie groß diese letztere sein kann, ist erst in der neueren Zeit näher bekannt geworden. So ist z. B. bei Ballonfahrten, die von dem bekannten Luftschiffer Dr. Berson, wie auch von Dr. Elias von Berlin aus am 24. Mai und am 5. Juni 1902 unternommen wurden, beobachtet, daß eine Gewitterwolke, die von unten her fast vollkommen schwarz aussah, annähernd 5—6000 m dick war, so daß ihre untere Fläche sich etwa in einer Höhe von 800 m über der Erde befand, ihre oberste Grenze dagegen in einer Höhe von über 6000 m noch nicht erreicht war. — Die Stärke oder Mächtigkeit der Wolken bezeichnet man nun durch die drei Grade 0, 1 und 2, wobei 0 für ganz dünn durchscheinende Wolken gilt, 2 für ganz dicke und 1 für mittlere. Diese drei Zahlen schreibt man klein rechts oben neben die Zahl für die Ausdehnung der Wolken, sodaß also z. B. 7^0 bedeutet, daß der Himmel zu $^7/_{10}$ mit einer ganz dünnen weißen Wolkendecke überzogen ist, oder 4^1 zu $^4/_{10}$ mit einer teils weiß, teils grau aussehenden Wolkenmasse, oder 6^2 zu $^6/_{10}$ mit einer dicken, völlig grau bis dunkel aussehenden Wolkenschicht.

c) Arten und Formen der Wolken.

Was nun endlich die Form der verschiedenen Wolkenarten betrifft, so muß man zunächst zugeben, daß die Mannigfaltigkeit und die feinen Abstufungen derselben so außerordentlich groß sind, daß man alle verschiedenen Formen schwer mit Namen und Beschreibungen genügend kennzeichnen kann. Immerhin hat man sich bemüht, die Wolkenformen in ein gewisses System zu bringen und für die Hauptarten Namen einzuführen. Dabei ist auch jetzt noch das vor etwa 100 Jahren angegebene System von Luke Howard allgemein im Gebrauch. Danach unterscheidet man die verschiedenen Wolkenarten nach der Höhe und in den einzelnen Stufen derselben nach ihrem Aussehen und ihrer Form. Das System ist folgendes:

A. **Obere Wolken**, deren Höhe im Mittel 8000 m beträgt:

1. Cirrus (Ci) oder Federwolken; das sind die schon früher erwähnten, feinfaserigen oder schleierartigen, stets weißen Wolken, die höchstens wenn sie früh oder gegen Abend von der tiefgehenden Sonne beschienen werden, rötlich gefärbt sind. Mond und Sonne scheinen durch sie noch mit kräftiger Wirkung hindurch, sie zeigen aber dabei den bekannten Sonnenhof oder Mondhof, nicht zu verwechseln mit den Ringen, die Sonne und Mond gelegentlich in weiterem Abstande umgeben. Die Höfe sind verhältnismäßig klein, indem ihr Durchmesser meist nur das 5fache des Sonnen- oder Monddurchmessers beträgt. Die ganze Fläche des Hofes ist dabei gleichmäßig leuchtend, höchstens ist der Außenrand etwas rötlich gefärbt.

2. Cirro-Stratus (Ci-Str). Diese Wolken unterscheiden sich von den Cirruswolken dadurch, daß sie eine gleichmäßige Schicht bilden, die so dünn ist, daß sie am Tage die Sonnenstrahlen zum großen Teile durchläßt, und daß ihre Farbe noch weiß ist. Sonne und Mond sind durch diese Cirro-Stratus-Wolken noch deutlich in ihren Umrissen zu sehen, aber es zeigen sich bei großer Feinheit dieser Wolken Ringe um Sonne und Mond, die einen beträchtlich größeren Durchmesser haben, als die Höfe. Der Durchmesser derselben beträgt etwa das 45fache des Monddurchmessers.

B. **Mittelhohe Wolken** mit einer durchschnittlichen Höhe von 3000 bis 7000 m.

3. Cirro-Cumulus (Ci-Cu). Das sind ballenförmige oder flockige Wolken von so geringer Dicke, daß sie im Tageslichte noch völlig weiß sind, oder höchstens gerade die Anfänge eines geringen Schattens zeigen. Sie sind häufig in regelmäßige Reihen geordnet und werden dann als „Schäfchen" bezeichnet.

4. Alto-Cumulus (A-Cu). Dies sind ähnliche Wolkenformen wie Cirro-Cumulus, nur bereits etwas dicker, so daß sie regelmäßig in der Mitte der einzelnen Ballen graue Schatten zeigen, wobei sie aber an den Rändern und auch sonst in größeren Teilen noch weiß sind.

5. Alto-Stratus (A-Str). Es sind dies Wolken, die in Form eines dichten grauen Schleiers gleichmäßig den Himmel überziehen, wobei man aber die Umrisse von Sonne oder Mond nicht mehr genau unterscheiden kann. Man sieht hier vielmehr die Stelle der Sonne oder des Mondes nur als helleren, leuchtenden Fleck, so daß man vor allem in die Sonne ohne Beschwerden für die Augen hineinblicken kann. Der helle Schein, der um diese leuchtende Stelle herumliegt, ist kein eigentlicher Hof, wie er oben geschildert wurde.

C. **Untere Wolken** mit einer durchschnittlichen Höhe von 2000 m.

6. Strato-Cumulus (Str-Cu). Das sind Wolkenformen, welche in der Reihenfolge Cirro-Cumulus, Alto-Cumulus, die noch stärkere Form darstellen. Die Wolkenballen sind dann so dick, daß sie vollständig grau bis dunkelgrau gefärbt erscheinen, und meistens auch in solcher Ausdehnung vorhanden, daß die einzelnen Ballen sich berühren und den ganzen Himmel mit wogenförmigen Massen überziehen.

7. Nimbus (Ni) oder Regenwolke. Als solche nennt man im wesentlichen alle Wolken, aus denen Regen fällt. Das Charakteristische ist dabei, daß eine nicht regnende Wolke den Eindruck einer inneren Spannung macht, besonders deutlich bei den Cumulus-Wolken, als ob der ganze Ballen von innen aufgeblasen wäre. Sowie aus einer solchen Wolke Regen fällt, ist die Spannung entweder ganz, oder häufiger nur zum Teil aufgehoben, und der betreffende regnende Rand sieht wie ausgewaschen aus. An diesen Stellen reißen sich dann auch leicht kleinere Fetzen los, die abgetrennt weiter ziehen.

D. **Wolken, welche durch aufsteigende Luftströme erzeugt werden.**

Deren Bildung beruht darauf, daß erwärmte Luft beim Aufsteigen abgekühlt wird und daß sich dadurch der darin enthaltene Wasserdampf in einer gewissen Höhe in Form von Wolken ausscheidet. Die so entstehenden Wolken haben dementsprechend meistens eine ebene Unterfläche, während sie nach oben kugelige Ballen bilden, ähnlich, wie wenn aus einem Dampfkessel der Wasserdampf in die kühlere Luft entweicht. Diese Wolken haben eine gewisse Ähnlichkeit mit Federbetten oder Wollsäcken und werden meist Haufenwolken genannt. Dazu gehören:

8. Cumulus (Cu) oder Haufenwolken. Die Höhe dieser Wolken ist je nach den Temperatur-Verhältnissen und nach der Feuchtigkeit der Luft, daher auch je nach der Jahreszeit und nach der geographischen Lage sehr verschieden. Die kühlere Luft im Winter ist häufiger feucht als warme Luft im Sommer, und daher erreicht im Winter ein aufsteigender Luftstrom in den

meiſten Fällen ſchon bei niedrigerer Höhe diejenige Abkühlung, die zur Waſſerausſcheidung und Wolkenbildung genügt. An heißen Sommertagen dagegen iſt die Luft bei hoher Temperatur oft derartig trocken, daß häufig nur 20 bis 30 % des möglichen Feuchtigkeitsgehalts darin enthalten iſt. Ein aufſteigender Luftſtrom kann daher erſt in beträchtlicherer Höhe eine zur Wolkenbildung genügende Abkühlung erreichen. Ebenſo iſt die Höhe dieſer Wolken in wärmerem Klima größer als in kälterem. Es kann daher nur einen angenäherten Wert haben, wenn man die Grundfläche derſelben zu ungefähr 1500 m Höhe angibt; die Höhe kann teils größer, teils kleiner ſein. Cumulus-Wolken im engeren Sinne ſind nur diejenigen Haufenwolken, welche noch allſeitig die volle Spannung zeigen, alſo nirgends in Form von Regen die Feuchtigkeit fallen laſſen. Beſonders bei ſogenanntem „ſchönen“ Wetter, am meiſten im ſpäten Frühjahr, Sommer und Herbſt, finden ſich dieſe echten Cumuli, ſodaß man ſie auch vielfach *Schönwetterwolken* nennt. Allerdings finden ſie ſich meiſtens nicht bei dem eigentlich beſtändigen „ſchönem“ Wetter, wie es oft bei andauerndem Oſt- oder Nordoſtwind herrſcht, ſondern mehr in den Perioden ſogenannten „ſchlechten“ Wetters, wenn gelegentlich vorübergehende Aufklärung eintritt, wobei der Wind von Südweſt über Weſt nach Nordweſt geht. Zwiſchen den echten Cumulus-Wolken iſt meiſtens der Himmel vollſtändig klar und von reiner blauer Farbe.

9. *Cumulo-Nimbus* (Cu-Ni), *Gewitterwolke*. Dies ſind gewiſſermaßen Cumulus-Wolken, nur mit dem Unterſchied, daß ſie mehr oder weniger *Niederſchläge* entſenden, meiſtens Regen, unter Umſtänden im Winter aber auch Schnee. Dabei führen ſie vielfach, vorwiegend im Sommer, zur *Gewitterbildung*. Man muß ſich dies in der Art erklären, daß zunächſt alle Cumulus-Wolken wegen ihrer abgerundeten Form, ähnlich wie ein kugelförmiger Konduktor einer Elektriſiermaſchine, im ſtande ſind, größere Mengen von *elektriſcher Spannung* aufzuſpeichern. Bei zerriſſenen ſcharfrandigen Wolkenformen iſt dies nicht möglich, da hier durch die Spitzenentladung die Elektrizität ſchon bei geringerer Spannung entweicht. Beſitzen zunächſt kleinere Wolken einen gewiſſen Vorrat von elektriſcher Spannung, ſo ſtoßen ſich die einzelnen Waſſertröpfchen, da ſie gleichſinnig elektriſch geladen ſind, gegenſeitig ab, ſoweit als die Wirkung der elektriſchen Kraft gegenüber der Reibung der Luft und der Schwerkraft der Erde reicht. Dadurch hat eine nicht regnende Cumulus-Wolke die innere Spannung, durch die ſie wie von innen aufgeblaſen erſcheint. Wachſen ſolche Cumulus-Wolken durch weitere Kondenſation von Waſſertröpfchen immer mehr an, ſo erreicht die in ihnen aufgeſpeicherte elektriſche Energie eventuell einen ſolchen Grad, daß ſie im ſtande iſt, die Luftſchicht zu durchbrechen, welche entweder zwei Wolken oder auch eine Wolke und die Erdoberfläche trennt. Der elektriſche Funke, welcher dann bei der Ausgleichung der Elektrizität überſpringt, entweder von Wolke zu Wolke oder von Wolke zur Erde, iſt der *Blitz*. Das dabei entſtehende Geräuſch ſtellt den Donner dar, deſſen langdauernde Wiederholungen auf dem Zurückwerfen der Schallwellen an Wolken oder anderen Gegenſtänden beruht, ähnlich wie das Echo entſteht. — Sobald nach einem Blitz die elektriſche Spannung in der ganzen Wolke, oder, was häufiger iſt, in einem Teile derſelben, ausgeglichen iſt, fehlt die trennende Kraft, welche die einzelnen Waſſertröpfchen auseinander hielt; dieſelben fließen infolgedeſſen zuſammen, bis ſie ſo groß werden, daß ſie nach unten fallen. Damit ſteht es auch im Zuſammenhang, daß meiſtens nach

einem Blitzschlage der Regen stärker einsetzt, so daß man schon versucht hat, die Höhe einer Wolke aus der Zwischenzeit zu berechnen, welche zwischen dem Blitze und der Verstärkung des Regenfalles liegt. Dies läßt sich natürlich nur genau beobachten, wenn die Blitzentladung direkt über dem Beobachter stattgefunden hat, während bei größerer Entfernung dieser Zusammenhang nicht so leicht zu konstatieren ist. Ebenso kann eine Abweichung vorkommen, wenn zunächst unter der Gewitterwolke noch sehr trockene Luft liegt, so daß in derselben die fallenden Regentropfen durch Verdunstung wieder aufgelöst werden, bevor sie den Boden oder den Beobachter erreichen.

Die Gewitterwolken oder Cumulo-Nimbus sind also meistens sehr große Cumuluswolken, die sich zum Teil oder an ihrer ganzen Unterfläche in Niederschlag auflösen.

Dieselben Wolken können auch zu Hagelfällen führen, und zwar dann, wenn das Aufsteigen des diese Wolken bildenden Luftstromes so schnell geschieht, daß die entstehenden Wassertropfen sehr bald in Höhen gelangen, in denen die Temperatur beträchtlich unter dem Gefrierpunkte liegt. Das Gefrieren des reinen Wassers geschieht nun erst, wenn es mit irgend welchen festen Gegenständen in Berührung kommt, während es sonst in den Zustand der Unterkühlung gelangt, wobei es unter Umständen bei einer Temperatur von -10° noch flüssig sein kann. Findet dann die Berührung mit festen Gegenständen, besonders stoßweise, statt, so bildet sich plötzlich Eis. Man kann diese Erscheinung experimentell im Winter sehr leicht mit destilliertem Wasser hervorrufen. Wenn nun Tröpfchen von so unterkühltem Wasser durch einen aufsteigenden Luftstrom schnell nach oben gerissen werden, und in großen Höhen dann zufällig auf eine Cirrus-Wolke treffen, welche aus feinen Eisnadeln besteht, so schließt sich um jeden derartigen Eiskristall sofort eine Schicht Eis, welches aus dem unterkühlten Wasser entsteht. Diese schwereren Eisstückchen fallen dann nach unten und dem aufsteigenden Strome von unterkühlten Wassertropfen entgegen, sodaß dabei ihre Größe immer weiter zunimmt. Je mächtiger die ganze Wolke von unterkühltem Wasser ist, um so größer werden schließlich die Eisstückchen, sodaß sie ja bekanntlich unter Umständen in sehr beträchtlicher Größe auf die Erde fallen. Wenn unterkühltes Wasser, wie bei der Hagelbildung plötzlich gefriert, so bleibt stets ein Teil flüssigen Wassers übrig, sodaß mit einem Hagelfalle stets auch größere Massen von flüssigem Wasser herunterkommen.

Charakteristisch für die Bildung der Gewitter und der verhältnismäßig selteneren Hagelfälle ist also ein sehr energisch aufwärts steigender Luftstrom, der nur schroffe Gegensätze in der Stärke des Luftdruckes auf verhältnismäßig engem Raume zur Ursache haben kann. Das einzelne Gewitter sowohl, wie auch der einzelne Hagelfall erstrecken sich daher selten zu gleicher Zeit über große Gebiete, sodaß auch beide meistens nur eine kürzere Dauer haben. Wenn Gewitter längere Zeit als eine Stunde z. B. dauern, so beruht dies meistens darauf, daß mehrere Gewitter sich nacheinander bilden. Hagelfälle dagegen erreichen nur selten die Dauer einer Viertelstunde.

Bei den letzteren sind überhaupt die Gegensätze in den Luftdruckunterschieden am schroffsten und auf dem kleinsten Gebiete zusammengedrängt; daher bedeckt auch eine Hagelwolke selten den ganzen sichtbaren Himmel, sondern man sieht diesen oft durch den unteren Teil der Hagelwolke oder auch durch den fallenden Hagel selbst als hellere Stelle hindurch. Dies ist die

gelbliche Erſcheinung, die vielfach unter Hagelwolken bemerkt wird und die nur durch das durchſcheinende Licht veranlaßt wird, welches von dem freien Himmel hinter der Hagelwolke ausgeht.

E. **Wolken, welche als gehobene Nebel anzuſehen ſind** und in verhältnismäßig geringer Höhe ſchweben, meiſt um 1000 m herum. Wenn dieſe eine gleichmäßige ungeteilte Wolkenſchicht darſtellt, ſo nennt man ſie

10. Stratus- (Str) oder Schichtenwolken. Sie entſtehen meiſtens dadurch, daß zwei verſchiedene Luftſchichten von verſchiedener Temperatur und verſchiedenem Feuchtigkeitsgehalte übereinander entlang fließen. Dabei findet in der oberen oder unteren eine Umwandlung des Waſſerdampfes in flüſſige Waſſertröpfchen ſtatt, welche die ſichtbare Wolke bilden. Sie finden ſich bei einem ſogenannten Landregen von längerer Dauer ſehr charakteriſtiſch ausgebildet; ſonſt aber vor allem im Winter, und zwar häufig im November und Dezember, wo dann der Himmel vollſtändig gleichmäßig grau überzogen iſt.

Als Fracto-Stratus (Fr-Str) bezeichnet man Stratuswolken, welche in einzelne Fetzen geriſſen ſind, wie ſie einmal bei ſtärkerem Winde an Berggipfeln vorkommen, und ſonſt aber vor allem bei ſtark regneriſchem Wetter, wobei oft unter den großen Hauptwolken einzelne derartige zerriſſene Fetzen ſchnell entlang ziehen. Es iſt dies meiſtens ein Zeichen, daß ſtärkerer Regen noch weiter anhalten wird.

---

d) Kennzeichnung der Gewitter.

Im Anſchluß an die Beſprechung der Wolken muß noch einiges über die Gewittererſcheinungen angefügt werden: Man unterſcheidet einmal Nahgewitter, welche mit ⚡ bezeichnet werden, ſodann Ferngewitter (T), bei denen man nur Donner aber keinen Blitz wahrnimmt, und endlich Wetterleuchten (⊰), bei dem man nur den Schein des Blitzes ſieht, aber keinen Donner hört. Die ſtärkeren Gewitter erſtrecken ſich unter Umſtänden gleichzeitig über ein großes Gebiet, in einem ſchmalen langgeſtreckten Streifen, ſodaß bisweilen bei uns ſchon große Gewitter beobachtet wurden, die ſich in einem ſchmalen Streifen von Süddeutſchland bis an die Nordſeeküſte erſtreckten. Dieſe großen Gewitter wandern dann, und zwar am häufigſten von Weſt nach Oſt mit großer Schnelligkeit, indem ſie gelegentlich bis zu 40 km in der Stunde zurücklegen. Durch Gebirge werden ſie an der Vorderſeite angezogen und auf der Rückſeite zurückgehalten; durch größere Gewäſſer, namentlich große Ströme und Landſeen dagegen vielfach geteilt, in ihrem ganzen Zuge alſo geſpalten. Eine größere Waſſeroberfläche iſt durch die Verdunſtung ſtets etwas kühler als die Umgebung, wodurch ein abſteigender Luftſtrom hervorgerufen wird. Da Gewitter nur durch Aufſteigen der Luft hervorgerufen werden können, ſo wirkt ihnen der abſteigende Luftſtrom über Gewäſſern entgegen.

Da in Gebirgen, namentlich in engen Tälern zwiſchen hohen Bergen, die Gegenſätze der Temperatur und Luftfeuchtigkeit ſehr ſchroff ſind und dadurch auch ſtarke Luftdruckunterſchiede vorkommen, auf verhältnismäßig kurze horizontale Entfernungen hin, ſo iſt hier die Gelegenheit zu Gewitter- und Hagelbildungen am größten. Die ſogenannte Regenſeite eines Gebirges, an welche beſonders die Regen und Wolken bringenden Winde auftreffen, iſt daher meiſtens reich an Gewittern und Hagelfällen.

G. Sonnenſchein-Beobachtungen.

Wie ſchon bei Beſprechung der Wolken ausgeführt wurde, hat man an dem Maße, in welchem dieſelben den Himmel bedecken, oder umgekehrt nicht bedecken, einen Anhalt für die Dauer des Sonnenſcheins, allerdings mit verhältnismäßig geringer Genauigkeit. Bei der großen Wichtigkeit, welche eine genaue Meſſung der Sonnenſcheindauer beſitzt, hat man daher vielfach verſucht, Apparate für dieſen Zweck zu konſtruieren. Am meiſten Erfolg hat man bei dem Beſtreben gehabt, wenigſtens die Dauer des Sonnenſcheins feſtzuſtellen, während die Meſſung der Intenſität noch weniger ausgebildet iſt. Den Apparaten zur Meſſung der Sonnenſcheindauer iſt das Prinzip gemeinſam, daß die Sonne ſelbſt auf einem Papier ihre Spur einbrennen ſoll. Beſonders hat ſich hierfür der ſogenannte Sonnenſchein-Autograph von Campbell und Stokes bewährt (Figur 13); derſelbe iſt auch von den Stationen der amtlichen meteorologiſchen Inſtitute in Gebrauch genommen. Dieſer Apparat beruht auf der Anwendung eines Brennglaſes, welches im Sonnenſcheine auf einem dahinter angebrachten Papier eine Brennſpur verurſacht. Da dieſe Einrichtung im Laufe eines Tages bei den verſchiedenſten Stellungen der Sonne funktionieren ſoll, ſo iſt hierfür eine gewöhnliche Glaslinſe, wie ſie als Vergrößerungsglas oder Lupe verwendet wird, nicht zu gebrauchen, da dieſe nur dann die Lichtſtrahlen im Brennpunkte gut vereinigt, wenn die Sonnenſtrahlen ſenkrecht auf die Fläche der Linſe fallen. Eine ähnliche Wirkung wie durch eine Glaslinſe kann man nun, wie es von der Schuſterkugel bekannt iſt, auch mit einer Glaskugel erreichen. Auch dieſe vereinigt das darauf fallende Licht

Fig. 13. Sonnenſcheinautograph nach Campbell und Stokes.

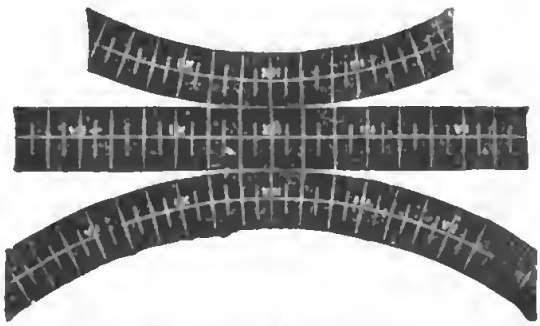


Fig. 13a. Papierſtreifen zum Sonnenſcheinautographen.

auf der entgegengesetzten Seite in einem Brennpunkte. Eine Glaskugel hat aber dabei den Vorzug, daß sie bei dem Kreislaufe der Sonne stets richtig dieser gegenüber eingestellt ist, da auf der Oberfläche einer Kugel stets Stellen vorhanden sind, auf die die Sonnenstrahlen senkrecht fallen können. Eine Glaskugel braucht also, wenn sie den ganzen Tag in der Sonne als Brennglas wirken soll, nicht fortwährend richtig eingestellt zu werden, sondern sie ist dies von selbst, wenn sie nur überhaupt frei steht. Außerdem ist es wertvoll, daß der Brennpunkt einer Kugel, in dem sich die Lichtstrahlen vereinigen, überall in der gleichen Entfernung von der Oberfläche der Kugel befindet. — Bei der starken Wärmeentwickelung, welche unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen stattfindet, ist nun eine hohle Kugel, die etwa mit Flüssigkeit gefüllt ist, nicht zu gebrauchen, da sich störende Dampfblasen bilden würden. Man verwendet daher für den vorliegenden Zweck eine volle Glaskugel, die natürlich aus sehr gutem, bläschenfreien Glase genau geschliffen sein muß, so daß ihre Herstellung dadurch verhältnismäßig teuer wird.

Bei dem Sonnenschein-Autographen von Campbell und Stokes ist nun hinter der Glaskugel eine hohle Kugelschale aus Metall (A) so angebracht, daß der Mittelpunkt derselben mit der Glaskugel zusammenfällt. In der Kugelschale sind Nuten eingeschnitten, sodaß man Papierstreifen (P) hineinschieben kann. Da die Sonne im Sommer am höchsten steht, so hat der Brennpunkt hinter der Kugel in dieser Zeit seine tiefste Lage, umgekehrt fällt im Winter, wenn die Sonne tief steht, der Brennpunkt hinter der Kugel auf eine höhere Stelle. Dementsprechend sind die Nuten an der Kugelschale so angeordnet, daß die für den Sommer sich zu unterst befinden, die für den Winter zu oberst, und für Frühling und Herbst noch eine mittlere vorhanden ist.

Zur Aufnahme der Brennspur dienen nun Papierstreifen aus weichem, verhältnismäßig leicht brennbarem Papier, welches meist blau gefärbt ist. Auf den Streifen sind die Tagesstunden durch Querlinien aufgezeichnet, sodaß die 12 in der Mitte liegt. Ist die Anordnung richtig getroffen, so kann man dann auf dem Papierstreifen mit Hülfe der Brennspur genau ablesen, wann und wie lange die Sonne geschienen hat. Die Wirkung der Sonnenstrahlen ist dabei insofern verschieden, als bei sehr klarer Luft meist das Papier vollständig durchgebrannt ist, bei weniger durchläßiger Luft dagegen eine verschieden starke Spur nur oberflächlich eingebrannt ist. Dieses oberflächliche Einbrennen kann dann noch insofern verschieden sein, als sich entweder deutlich abblätternde Asche zeigen kann, oder nur eine weißlich graue Brandstelle oder endlich nur eine schwach bräunliche Färbung. Danach kann man noch die Intensität der Sonnenwirkung beurteilen und also eventuell 4 Abstufungen unterscheiden. Um von diesem Apparate richtige Angaben zu erhalten, ist nun aber vor allem eine richtige Aufstellung desselben notwendig.

a) Aufstellung des Sonnenschein-Autographen.

Zunächst ist die wichtigste Forderung, daß der Sonnenschein-Autograph vollkommen frei aufgestellt ist. Es ist dies bei uns auf der nördlichen Halbkugel notwendig nach Ost, Süd und West, also nach den Richtungen, aus denen der Sonnenschein zu dem Apparat gelangen kann. Da im Sommer die Sonne früh und abends auch weit über den Ost- und Westpunkt am

Horizonte nach Norden zu hinaus geht, so muß auch nach Nordosten und Nordwesten freier Raum vorhanden sein. Es darf also zu keiner Zeit des Jahres Schatten von benachbarten Gegenständen auf den Apparat fallen.

Der Sonnenschein-Autograph muß auf eine ebene und unveränderliche Unterlage gestellt werden. Dazu eignet sich Holz im allgemeinen nicht, da es unter dem Einflusse von Feuchtigkeit und Wärme seine Form verändert. Entweder kann vielmehr dazu die obere Fläche einer Grundmauer verwendet werden, wie sie bisweilen bei Häusern mit platten Dächern bis oben hin sich fortsetzen, andernfalls kann man auch ein Tonrohr senkrecht aufstellen und in der Erde befestigen und dann mit Zement ausfüllen. Die obere Fläche des Zements muß gut geebnet werden. Sodann ist es notwendig, die metallene Kugelschale hinter der Glaskugel auf die geographische Breite des Ortes der Beobachtung einzustellen. Man muß daher zu diesem Zwecke wissen, unter welchem Breitengrade der Beobachtungsort liegt. Die Einstellung selbst ist an dem Bügel des Apparates (bei A) bequem zu erzielen. Sodann muß die wichtigste Forderung bei der Aufstellung eines Sonnenscheinautographen erfüllt sein, nämlich die richtige Einstellung des Bügels von Nord nach Süd. Es ist hierfür noch einmal notwendig, die Nord-Südrichtung genau festzustellen, was z. B. mit Hülfe des Kompasses möglich ist, wie schon oben bei Besprechung der Windrichtung erwähnt wurde. Die Einstellung kann man aber hier auch dadurch kontrollieren, daß man in den Sonnenscheinautographen einen für die Jahreszeit passenden Papierstreifen einschiebt, bis der 12 Uhr-Punkt mit einem am Apparate angebrachten Zeichen zusammenfällt, und wenn man dann die Lage des Brennpunktes mit der Zeitangabe einer richtig gehenden Uhr vergleicht. Am sichersten ist dies mittags um 12 Uhr; aber man kann den Vergleich auch mit ziemlicher Genauigkeit zu einer anderen Stunde vornehmen. Dabei muß nur berücksichtigt werden, daß die Zeitangaben unserer Uhren nicht mit einer Sonnenuhr, also auch nicht mit der Lage des Brennpunktes an einem Sonnenscheinautographen übereinstimmen. Wir haben jetzt in Deutschland die sogenannte mitteleuropäische oder Einheitszeit, welche die Ortszeit des 15. Meridians östlich von Greenwich darstellt, der etwa bei Stargard in Pommern und Görlitz in Schlesien hindurchgeht. Auf diese Einheitszeit sind jetzt in Deutschland die Uhren eingestellt, trotzdem die Ortszeit, welche dem mittleren Laufe der Sonne entspricht, überall außerhalb des 15. Meridians davon abweicht. Eine Uhr, die nach der mittleren Ortszeit gestellt ist, muß also östlich vom 15. Längengrade vor, westlich davon nachgehen. Jedem Längengrade entspricht dabei eine Differenz von 4 Minuten. Wenn z. B. ein Ort auf dem 12. Längengrade ö. Grch. liegt, so befindet er sich 3° westlich von dem 15. Einheitsgrade, eine nach Ortszeit gehende Uhr muß daher hier gegenüber der Einheitszeit nachgehen, und zwar, da der Längenunterschied 3° beträgt, und da einem Grade 4 Minuten entsprechen, $3 \times 4 = 12$ Minuten. An einem Orte z. B. unter dem 18. Längengrade ist das Verhältnis umgekehrt, so daß also eine nach Ortszeit gehende Uhr um 12 Minuten vorgehen muß. In dieser Weise muß zunächst, von der Einheitszeit, wie man sie an Bahnhöfen, Post- und Telegraphenanstalten richtig erfahren kann, ausgehend, die mittlere Ortszeit berechnet werden. Nach dieser letzteren müssen auch alle meteorologischen Beobachtungen, wenn sie von verschiedenen Orten verglichen werden sollen, vorgenommen werden.

Digitized by Google

Die so beschriebene Ortszeit ist aber nur eine mittlere, für das ganze Jahr als Durchschnitt berechnete. Da die Erde aber im Laufe des Jahres mit verschiedener Geschwindigkeit um die Sonne läuft, in unserem Winter schneller, im Sommer dagegen langsamer, so ist ein Sonnentag zu verschiedenen Zeiten des Jahres verschieden lang. Eine Sonnenuhr und ebenso auch ein Sonnenschein-Autograph zeigt daher nicht genau gleichlange Tage im Laufe des Jahres an, wie es von einer gut gehenden Uhr verlangt werden muß. Ein mechanisches Uhrwerk zu konstruieren, welches genau dem Gange der Sonne entsprechend ginge, also die einzelnen Tage des Jahres in verschiedener Länge je nach der Jahreszeit anzeigte, ist kaum möglich. Vielmehr ist ein mechanisches Uhrwerk nur auf die Dauer zuverlässig, wenn es für einen stets gleichmäßigen Gang eingerichtet ist. Eine Sonnenuhr wird also an verschiedenen Tagen des Jahres gegenüber einer gleichmäßiggehenden Uhr, welche auf die durchschnittliche Tageslänge eingestellt ist, also auf mittlere Zeit, bisweilen vor und bisweilen nachgehen. An denjenigen Tagen des Jahres, an denen dabei die Umkehr des Vorgehens in das Nachgehen der Sonnenuhr stattfindet, stimmen beide Angaben überein. Es sind dies nach den Gesetzen für den Umlauf der Erde um die Sonne 4 Tage, und zwar etwa der 16. April, der 15. Juni, der 1. September und der 25. Dezember. An diesen 4 Tagen kann man die Sonnenzeit als übereinstimmend mit der mittleren Zeit ansehen. Die Abweichungen an den übrigen Tagen des Jahres sind in folgender Tabelle zusammengestellt, in der angegeben ist, um wieviel eine nach mittlerer Zeit gehende Uhr gegenüber den Angaben einer Sonnenuhr oder eines Sonnenschein-Autographen vor (+) oder nach (—) geht.

Tafel der Zeitgleichung

(mittlere minus wahre Sonnenzeit).

		m			m			m
Januar	1.	+ 3,5	April	1.	+ 4,1	Juli	5.	+ 4,2
	6.	+ 5,8		6.	+ 2,6		10.	+ 5,0
	11.	+ 7,9		11.	+ 1,2		15.	+ 5,7
	16.	+ 9,8		16.	— 0,1		20.	+ 6,1
	21.	+ 11,4		21.	— 1,2		25.	+ 6,3
	26.	+ 12,6		26.	— 2,2		30.	+ 6,2
	31.	+ 13,6	Mai	1.	— 2,9	August	4.	+ 5,9
Februar	5.	+ 14,2		6.	— 3,5		9.	+ 5,4
	10.	+ 14,4		11.	— 3,8		14.	+ 4,6
	15.	+ 14,3		16.	— 3,8		19.	+ 3,6
	20.	+ 14,0		21.	— 3,6		24.	+ 2,9
	25.	+ 13,3		26.	— 3,2		29.	+ 1,0
				31.	— 2,6	September	3.	— 0,5
März	2.	+ 12,4	Juni	5.	— 1,8		8.	— 2,2
	7.	+ 11,3		10.	— 0,9		13.	— 3,9
	12.	+ 10,0		15.	+ 0,1		18.	— 5,7
	17.	+ 8,6		20.	+ 1,2		23.	— 7,5
	22.	+ 7,1		25.	+ 2,2		28.	— 9,2
	27.	+ 5,6		30.	+ 3,3			

	m		m		m
Oktober	3. — 10,8	November	2. — 16,3	Dezember	2. — 10,6
	8. — 12,3		7. — 16,2		7. — 8,6
	18. — 14,7		12. — 15,8		12. — 6,4
	13. — 13,6		17. — 15,0		17. — 4,0
	23. — 15,5		22. — 13,9		22. — 1,5
	28. — 16,1		27. — 12,4		27. + 1,0

Hat man in irgend welcher Weise die Mittagslinie, resp. die genaue Richtung von Süd nach Nord gefunden, so stellt man den Apparat auf seine Unterlage derartig auf, daß der Bügel von Nord nach Süd gerichtet ist. Es ist dann zweckmäßig, ihn durch festeingesetzte Stifte gut zu befestigen, damit er sich nicht bei dem täglich wiederkehrenden Ein- und Ausziehen der Papierstreifen verrückt. Bei diesem Auswechseln der Streifen ist bisweilen, namentlich wenn sie feucht sind, ein ziemlicher Kraftaufwand nötig, so daß der ganze Apparat gut befestigt sein muß. Dabei ist es praktisch, den vier im Sockel des Autographen angebrachten Löchern entsprechend, größere Löcher in die Unterlage herzustellen und dann nach genauer Feststellung des Apparats Stifte darin mit Schwefel festzugießen. Diese Stifte dürfen an ihrem oberen Ende keinen Knopf haben, so daß der Sockel des Autographen nachträglich darauf gesetzt werden kann. Außerdem ist es gut, die Umrisse des Sockels auf der Unterlage durch eingeritzte Striche in der richtigen Lage zu kennzeichnen, um später bequem die Richtigkeit der Aufstellung nachprüfen zu können.

Zur Bedienung des Apparats ist später nur notwendig, täglich, oder wenn man an Papierstreifen sparen will, nur an Tagen mit Sonnenschein, den alten Streifen herauszuziehen und durch einen neuen zu ersetzen. Außerdem muß die Glaskugel gut reingehalten werden, und auch die Nuten in der Metallschale sind öfters von etwa hineingefallenem Staube zu säubern. Wenn im Winter Schnee oder Reif an der Glaskugel sitzt, so müssen auch diese entfernt werden.

Um aus der Brennspur auf dem herausgenommenen Papierstreifen die Sonnenscheindauer eines Tages zu erfahren, stellt man fest, wieviel Stunden in Ganzen und Zehnteln die Sonne geschienen hat. Nach der Einteilung auf den Papierstreifen, welche auch halbe Stunden angibt, lassen sich Zehntel und selbst auch noch halbe Zehntel bei einiger Übung ziemlich genau abschätzen. Andernfalls kann man auch mit Hülfe eines Millimeter-Maßstabes das Schätzungsresultat in der Genauigkeit ergänzen. Man schätzt dabei zweckmäßig nicht nur die Brennspur in den einzelnen Stunden, sondern außerdem noch zur Kontrolle die frei gebliebene Strecke zwischen den einzelnen Teilen der Brennspur, also die Zeit, in der kein Sonnenschein herrschte. Das Königlich Preußische meteorologische Institut in Berlin liefert zur Eintragung der Werte für die Sonnenscheindauer Tabellen, in welchen die Berechnung getrennt für Vor- und Nachmittag, vorgesehen ist. Außerdem berechnet man die Tagessumme und am Ende des Monats die Summe, wie auch den täglichen Durchschnitt für den ganzen Monat.

b) Intensität des Sonnenscheins.

Mit Hülfe des Sonnenschein-Autographen mißt man im wesentlichen nur die Dauer des Sonnenscheins, während die Intensität desselben nur annähernd aus der Stärke der Brennspur zu ersehen ist. Wenn

man dabei auch für die Intenſität Unterſchiede macht, durch die Zahlen 0, 1, 2 und 3 (S. 58), ſo laſſen ſich doch dieſe Angaben mit der Angabe der Stundenzahl für die Sonnenſcheindauer rechneriſch nicht gut verwerten. Eine gewiſſe, allerdings auch nur annähernde Möglichkeit dazu bietet jedoch die Benutzung des ſchon oben beſchriebenen Schwarzkugelthermometers nach Herrſchel, auch Aktinometer genannt (Figur 7, Seite 35), und zwar des für die Maximum-Beobachtungen eingerichteten. Die Angaben eines ſolchen Thermometers gewähren annähernd einen Anhalt für die Intenſität der Sonnenwirkung an einem Tage. Multipliziert man die Angaben eines Maximum-Aktinometers mit der Sonnenſcheindauer, in Stunden ausgedrückt, ſo erhält man eine gewiſſe Kombination der Geſamtwirkung der Sonne, wie ſie ſich aus Dauer und Intenſität zuſammenſetzt. Das Reſultat würde man Strahlungseinheiten nennen können. Der Verfaſſer hat dieſelben bisher für die Monatsdurchſchnitte nach den Beobachtungen am landwirtſchaftlichen Inſtitut der Univerſität Halle berechnet, und dabei vor allem feſtgeſtellt, daß dieſe Werte z. B. im Frühjahr und Herbſt die ſchroffen Gegenſätze verſtehen laſſen, welche vor und nach dem Erwachen der Vegetation im Frühjahr, wie auch vor und nach dem Einwintern im Herbſt in der Natur vorhanden ſind. Es iſt dies aus folgender Tabelle zu erſehen:

		Dauer des Sonnenſcheins: mittlere Dauer pro Tag		Sonnenwirkung: Thermometer mit ſchwarzer Kugel nach Herrſchel, Monatsmittel des Maximums	Strahlungseinheiten
1901	März	2,93	Stunden	22,5°	65,70
	April	6,22	„	34,3°	213,35
	Mai	8,86	„	42,6°	377,44
	Juni	8,48	„	44,0°	372,12
	Juli	7,74	„	46,9°	363,01
	Auguſt	6,20	„	42,5°	263,50
	September	5,20	„	38,0°	197,60
	Oktober	3,32	„	28,2°	93,62
	November	1,45	„	14,4°	20,88
	Dezember	1,56	„	12,5°	19,50
	Jahr	4,85	Stunden		
1902	Januar	1,13	„	15,0°	16,95
	Februar	3,67	„	17,5°	64,23
	März	2,78	„	24,0°	66,72
	April	5,66	„	34,1°	193,01
	Mai	6,29	„	38,3°	240,91
	Juni	8,84	„	44,4°	392,50
	Juli	6,43	„	44,3°	284,85
	Auguſt	5,52	„	42,3°	233,50
	September	5,82	„	38,5°	224,07
	Oktober	2,48	„	(28,2?)°	(69,94)
	November	3,75	„	17,6°	66,00
	Dezember	1,20	„	6,1°	7,32
	Jahr	4,45	Stunden		

		Dauer des Sonnenscheins: mittlere Dauer pro Tag		Sonnenwirkung: Thermometer mit schwarzer Kugel nach Herrschel, Monatsmittel des Maximums	Strahlungseinheiten
1903	Januar	2,60	Stunden	14,6°	37,96
	Februar	2,32	"	18,5°	42,92
	März	4,33	"	29,1°	126,00
	April	4,15	"	31,4°	130,31
	Mai	7,31	"	39,9°	291,67
	Juni	8,52	"	43,4°	369,77
	Juli	6,61	"	43,7°	288,86
	August	5,56	"	41,8°	232,41
	September	6,34	"	37,5°	237,75
	Oktober	3,36	"	29,8°	100,13
	November	1,10	"	15,4°	16,94
	Dezember	1,81	"	8,0°	14,48
	Jahr	4,51	Stunden		
1904	Januar	1,70	"	8,7°	14,79
	Februar	1,16	"	14,2°	16,47
	März	3,10	"	20,5°	63,55
	April	5,26	"	33,4°	175,68
	Mai	6,96	"	38,2°	265,87
	Juni	7,31	"	41,9°	316,29
	Juli	10,31	"	46,6°	480,45
	August	8,33	"	43,8°	364,85
	September	4,43	"	34,7°	153,72
	Oktober	2,33	"	24,6°	57,32
	November	1,34	"	15,0°	20,10
	Dezember	1,93	"	13,7°	26,44
	Jahr	4,57	Stunden		
1905	Januar	2,69	"	12,6°	33,89
	Februar	2,99	"	19,2°	57,41
	März	2,77	"	23,4°	64,82
	April	3,61	"	29,1°	105,05
	Mai	7,70	"	40,8°	314,16
	Juni	9,39	"	46,3°	434,76
	Juli	7,80	"	46,4°	361,92
	August	7,38	"	43,7°	322,51
	September	3,08	"	34,4°	105,95
	Oktober	2,22	"	23,1°	51,82
	November	2,30	"	16,6°	38,18
	Dezember	0,75	"	8,5°	6,38
	Jahr	4,40	Stunden		

		Dauer des Sonnenscheins: mittlere Dauer pro Tag		Sonnenwirkung: Thermometer mit schwarzer Kugel nach Herrschel, Monatsmittel des Maximums	Strahlungseinheiten
1906	Januar	2,19	Stunden	15,0°	32,85
	Februar	1,93	„	14,8°	28,56
	März	4,63	„	26,3°	121,77
	April	7,30	„	35,2°	256,96
	Mai	7,08	„	42,2°	298,78
	Juni	7,30	„	41,8°	305,14
	Juli	8,13	„	42,7°	347,15
	August	7,73	„	44,3°	342,44
	September	4,35	„	34,5°	150,08
	Oktober	4,52	„	30,3°	136,96
	November	1,06	„	21,4°	41,94

In dieser Zusammenstellung heben sich die eigentlichen Vegetationsmonate durch die Zahl ihrer Strahlungseinheiten deutlich von den übrigen ab. Während der höchste Wert im Juli 1904 480,45 beträgt, ist der niedrigste im Dezember 1905 6,38. Besonders interessant ist der Unterschied der beiden Frühjahrsmonate März und April, da im März meistens die Vegetation noch vollständig ruht, im April dagegen schnell zur Entfaltung kommt, was in der Zahl der Strahlungseinheiten besonders in folgenden Jahren zum Ausdruck kommt:

1901:	März	65,70	1902:	März	66,72	1904:	März	63,55
	April	213,35		April	193,01		April	175,68

Im Jahre 1905 dagegen war im April die Sonnenwirkung noch sehr gering, sodaß die Vegetation erst im Mai das Versäumte nachholte. Die Zahl der Strahlungseinheiten war in diesem Jahre im März 64,82, im April 105,05, im Mai 314,16. In den Jahren 1903 und 1906 andererseits zeichnete sich der März bereits durch eine starke Wirkung der Sonne aus, so daß viele Pflanzen schon in diesem Monate mit dem Austreiben begannen. Die Zahl der Strahlungseinheiten war in diesem Monat 1903: 126,00, 1906: 121,77. Während aber im ersten Jahre dann der April mit 130,31 die Entwickelung wieder stark zurückhielt, konnte dieselbe im April 1906 bei 256,96 ungehindert weiter gehen.

Im nachfolgenden ist von einer Anzahl von Gewächsen der Termin für das erste Öffnen der Blüte zusammengestellt, um die Entwickelung der Vegetation zur Darstellung zu bringen: (nach Beobachtungen im Garten des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle a. S.)

	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Kornelkirsche	7/4.	20/3.	3/3.	5/4.	16/3.	12/3.
Weiße Narzisse	19/4.	12/4.	20/3.	11/4.	10/4.	11/4.
Birke	21/4.	21/4.	26/3.	14/4.	11/4.	10/4.
Stachelbeere	21/4.	18/4.	27/3.	14/4.	11/4.	14/4.
Süßkirsche	29/4.	25/4.	11/4.	19/4.	30/4.	16/4.
Sauerkirsche	29/4.	25/4.	5/4.	19/4.	30/4.	17/4.
Rettichbirne	4/5.	7/5.	14/4.	24/4.	2/5.	22/5.

	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Traubenkirsche	30/4.	30/4.	6/4.	20/4.	30/4.	18/4.
Apfel (Wintergold-Parmäne) .	9/5.	13/5.	1/5.	30/4.	7/5.	2/5.
Heidelbeere	11/5.	8/5.	16/4.	22/4.	6/5.	23/4.
Roßkastanie	7/5.	17/5.	5/5.	29/4.	7/5.	3/5.
Flieder (Syringa vulgaris) .	10/5.	26/5.	2/5.	30/5.	8/5.	28/4.
Ebereſche	14/5.	28/5.	5/5.	5/5.	17/5.	9/5.

Der ſonnenſcheinarme April 1905 nach ebenfalls in dieſer Beziehung nicht beſonders hervorragendem März tritt in obiger Zuſammenſtellung bei verſchiedenen Pflanzen durch das ſpätere Aufblühen hervor. Andererſeits hat der ſonnenreiche März 1903, wie auch 1906 die Entwicklung der Pflanzen verhältnismäßig früh vorwärts gebracht.

Auch das Eintreten des Herbſtes iſt an der Zahl der Strahlungseinheiten durch einen ſchroffen Abfall deutlich zu erkennen.

H. Beobachtung des Luftdruckes.

Der Luftdruck übt im Gegenſatz zu den bisher erwähnten Witterungsfaktoren keinen nachweisbaren direkten Einfluß auf die landwirtſchaftlich wichtigen Pflanzen und Tiere aus. Wenn es auch nicht unwahrſcheinlich iſt, daß auf dieſem Gebiete noch manche Beziehungen gefunden werden, ſo läßt ſich doch bisher noch keine genau nachweiſen. Dagegen hat der Luftdruck in ſeinen Veränderungen den größten Einfluß auf die allgemeine Geſtaltung des Wetters, ſo daß er beſonders bei der Wettervorherſage die eingehendſte Berückſichtigung erfordert. Es muß nur hierbei ſchon im voraus darauf hingewieſen werden, daß die Kenntniſſe des Luftdrucks und ſeiner Veränderungen an einem Orte allein noch kein auch nur einigermaßen in Betracht kommendes ſicheres Hülfsmittel bei der Vorherſage des Wetters darſtellt, ſondern daß es hierfür unbedingt notwendig iſt, auch die Höhe und die Veränderungen des Luftdrucks in benachbarten Gebieten und überhaupt von einem möglichſt großen Teile der Erdoberfläche zu kennen. Wenn auch bisweilen für einen Ort das Fallen des Barometers oder Luftdruckmeſſers das Eintreten ſogenannten ſchlechten Wetters, eventuell auch ſtärkerer Winde anzeigt, und andererſeits das Steigen ſchönes, ruhiges Wetter, ſo kommen doch davon oft Ausnahmen vor, deren Möglichkeit man an einem einzelnen Barometer ohne Kenntnis der Luftdruckverhältniſſe in weiterer Umgebung nicht erkennen kann. Wenn daher an den gewöhnlichen Barometern des Handels noch meiſtens für den tiefen Stand derſelben Regen und Sturm angegeben iſt, und für den hohen ſchönes, beſtändiges Wetter, ſo gilt dies durchaus nicht für alle Fälle und führt häufig zu Fehlſchlüſſen. Andererſeits iſt man aber auch umgekehrt neben der Kenntnis der Luftdruckverhältniſſe über einem größeren Gebiete in der Umgebung für die Wettervorherſage auf kurze Zeit hinaus auf die Beobachtung des Barometers an dem betreffenden Orte angewieſen. Wenn man auf einer Wetterkarte auch ein Zentrum niederen Luftdrucks an einer Stelle bemerkt, von der aus die Annäherung an den Ort des Beobachters möglich iſt, ſo erkennt man für die Zwiſchenzeit bis zum nächſten Tage oder bis zur nächſten Wetterkarte die ſaktiſche Annäherung erſt aus den Angaben des Barometers an Ort und Stelle. Liegt z. B. auf der Wetterkarte eines Tages über Südengland ein Zentrum niederen Luftdrucks, ſo weiß man von demſelben noch nicht, ob es für uns in Mitteldeutſch-

land in Betracht kommen wird, oder ob es etwa stehen bleibt, oder sich sogar entfernt. Beobachtet man aber an Ort und Stelle in dem weiteren Verlaufe des Tages ein Fallen des Barometers, so ist die tatsächliche Annäherung des tiefen Druckes daraus zu ersehen; steigt dagegen in der Zwischenzeit das Barometer, so ist daraus auf eine Abwanderung des tiefen Luftdruckes zu schließen. Es ist also die Beobachtung eines Barometers als Ergänzung zur Benutzung der Wetterkarten für die Zwecke der Wettervorhersage nicht zu entbehren, ebensowenig wie die Beachtung der Wetterkarten neben den eigenen Luftdruckbeobachtungen unentbehrlich ist.

Barometer.

Zur Messung der Höhe des Luftdrucks ist ein Quecksilber-Barometer der geeignetste Apparat. Ein Hindernis für seine ausgebreitete Anwendung in den durchschnittlichen Kreisen des interessierten Publikums bildet nur seine Empfindlichkeit in Bezug auf Haltbarkeit und dauernde Sicherheit der Angaben. Da das Quecksilber bei ihm in einem Glasrohre enthalten ist, so ist die Gefahr des Zerbrechens bei unvorsichtiger Handhabung und besonders beim Transport groß. Außerdem wird die Richtigkeit der Angaben bei einem Quecksilberbarometer leicht stark beeinträchtigt, wenn bei unvorsichtiger Bewegung desselben etwas Luft in den langen Schenkel des Glasrohres gelangt. Auch ist es nicht selten, daß bei engem Glasrohre durch Luftblasen Teilungen des Quecksilbers vorkommen, wodurch ebenfalls die Angaben unrichtig werden. Andererseits ist zu betonen, daß ein gut hergestelltes und richtig behandeltes Quecksilberbarometer die zuverlässigsten Angaben über die Höhe des Luftdruckes gibt, und daß nach einem solchen erst die übrigen Arten der Barometer eingestellt werden.

Fig. 14. Aneroidbarometer.

a) Aneroid-Barometer.

In der neueren Zeit ist besonders das sogenannte Aneroid-Barometer (Figur 14) sehr verbreitet und auch verhältnismäßig gut zur Benutzung geeignet. Dasselbe beruht auf dem Prinzip, daß eine luftleer gemachte Metalldose durch den verschieden starken äußeren Luftdruck mehr oder weniger zusammengedrückt wird, also ihr Volumen verändert. Durch wellblechähnliche Gestaltung des Deckels einer solchen Dose wird bewirkt, daß die Volum-Veränderungen sich besonders an diesem geltend machen, sodaß namentlich die Mitte dieses Deckels die durch die Volum-Veränderungen hervorgerufenen Bewegungen ausführt. Diese letzteren werden dann durch Hebel und kleine Ketten auf einen Zeiger übertragen, der auf einer kreisförmigen in Millimeter eingeteilten Skala seine Angaben macht. Auf dieser Skala ist für ernstere Zwecke nur eine Millimeter-Einteilung erforderlich, die für das Tiefland nur zwischen 680 bis 790 mm zu liegen braucht. Für Luftdruckmessungen in höheren Gebirgen muß die Skala natürlich noch weiter herabgehen. Die erste Einstellung eines solchen Aneroid-Barometers muß nach einem richtig anzeigenden

Queckſilber-Barometer geſchehen. Bei all ſolchen Vergleichungen von Barometern iſt aber darauf zu ſehen, daß das zu vergleichende Inſtrument erſt einige Stunden ruhig an dem neuen Orte, alſo in der Nähe des Queckſilber-Barometers ſteht, weil bei ſchroffen Übergängen im Aufſtellungsorte und bei heftigen Bewegungen leicht ſtörende Nachwirkungen auftreten, die erſt nach einigen Stunden bis ½ Tage verſchwinden. Außerdem iſt vor der Ableſung jedes Barometer, Aneroid- ſowohl wie Queckſilber-, durch Anklopfen zur richtigen Einſtellung zu bringen.

Bei ſpäterem und langandauerndem Gebrauche eines Aneroid-Barometers muß ferner damit gerechnet werden, daß ſich die Stahlblechkapſel in ihrer Elaſtizität verändert. Es iſt daher bei dieſen Apparaten eine wiederholte Kontrolle in Bezug auf Richtigkeit notwendig, ſo daß ſie dauernd auf den Vergleich mit einem richtigen Queckſilber-Barometer angewieſen ſind. Bei genauen wiſſenſchaftlichen Beobachtungen, zu denen man eventuell auch bisweilen Aneroid-Barometer zu Hülfe zieht, ſtellt man die Vergleiche ſo häufig an, als es möglich iſt, eventuell ſogar jede Woche. Für die Beobachtungen des Luftdruckes beim landwirtſchaftlichen Praktiker genügt in dieſer Beziehung aber bei einem leidlich guten Apparate eine längere Zwiſchenzeit, meiſtens ½ Jahr, vielfach auch ein ganzes. Zur Kontrolle muß ein ſolches Aneroid-Barometer neben ein richtiges Queckſilber-Barometer geſtellt werden, wozu teils in amtlichen meteorologiſchen Stationen, teils bei Mechanikern in der Nachbarſchaft ſich meiſt Gelegenheit findet. Man läßt den zu prüfenden Apparat neben dem Vergleichsbarometer einige Stunden ſtehen und ſtellt, nach wiederholtem Anklopfen, an einer an der Rückſeite angebrachten Schraube mit Hülfe eines Schraubenziehers neu ein. Wird dieſer Vergleich in der angegebenen Wiederholung regelmäßig ausgeführt, ſo bildet das Aneroid-Barometer ein ganz brauchbares Inſtrument.

b) Queckſilberbarometer.

Sollte die Möglichkeit beſtehen, ein Queckſilber-Barometer zu benutzen, ſo iſt dies natürlich eventuell vorzuziehen. Allerdings muß auch hier auf gewiſſe Punkte geachtet werden. Für den gewöhnlichen Gebrauch außerhalb von meteorologiſchen Stationen ſind im allgemeinen die ſogenannten *Heber-Barometer* beliebter als die *Gefäß-Barometer*, beſonders da bei den letzteren eine größere Menge Queckſilber gebraucht wird. An den amtlichen meteorologiſchen Stationen ſind allerdings vorwiegend Gefäß-Barometer im Gebrauch. Sollen die Heber-Barometer, bei denen alſo das Glasrohr unten einfach umgebogen iſt, richtige Angaben machen, ſo iſt vor allem notwendig, daß man die Queckſilberoberfläche im kurzen Schenkel des Rohres ſehen und einſtellen kann. Der Luftdruck wird dann durch die Höhe gemeſſen, in der das Queckſilber im geſchloſſenen Schenkel über dem Niveau im offenen ſteht. Um dieſe Höhendifferenz zu beſtimmen, iſt entweder eine zuſammenhängende Millimeter-Einteilung von unten aus, am kurzen Schenkel vorüber bis an das obere Ende des geſchloſſenen angebracht, wobei auch der mittlere Teil fehlen kann, oder man macht das ganze Glasrohr oder auch die zuſammenhängende Skala beweglich. Im erſteren Falle muß man, um den Luftdruck zu finden, den Stand des Queckſilbers oben und unten ableſen und die Differenz berechnen. Im zweiten Falle bei beweglichem Rohre oder Maßſtabe braucht man das untere Niveau nur immer auf den Nullpunkt der Einteilung einzuſtellen und kann dann am oberen Niveau ohne weiteres den Luftdruck in Millimetern Queckſilberhöhe ableſen.

Von sonstigen Punkten, die bei einem Quecksilber-Barometer zu berücksichtigen sind, ist dann noch zu erwähnen die Weite des Glasrohres. Für den Preis des Instrumentes ist diese insofern wichtig, als von ihr die Menge des erforderlichen Quecksilbers abhängt und bei dem hohen Preise des Quecksilbers selbst die Kosten des gesammten Apparats hierdurch hauptsächlich bestimmt werden. Andererseits ist aber dabei zu beachten, daß in einem engen Glasrohre durch die Kohäsion des Quecksilbers die Oberfläche desselben herabgedrückt wird, wodurch die Angaben unrichtig werden. Durch Versuche hat man gefunden, daß bei einer inneren Weite des Glasrohres von 9 mm der durch die Kohäsion bewirkte Fehler bereits sehr gering ist und noch nicht 1 mm beträgt. Von den üblichen Röhrenweiten sind 11 mm aber noch mehr vorzuziehen, da hier die Abweichungen höchstens wenige Zehntel-Millimeter erreichen; für noch genauere Beobachtungen verwendet man endlich Röhren von 14 mm innerer Weite, deren Angaben nur ca. $^1/_{10}$ zu niedrig sind. — Die beschriebenen Einflüsse kommen nur zur Geltung an den beiden Oberflächen des Quecksilbers im Heberbarometer, also nur dort, wo die Ablesung stattfinden soll. Um Quecksilber zu sparen, verwendet man daher vielfach Glasröhren, die in der Mitte verhältnismäßig eng sind, eventuell nur 5 mm innerer Weite haben, die aber am oberen und unteren Ende bis zu 9 oder sogar 11 mm im Inneren erweitert sind. Natürlich erfordern solche Röhren eine sorgfältige Herstellung, weil die erweiterten Teile in ihrem Verlaufe gleichmäßig weit sein müssen. Sind diese Forderungen erfüllt, so geben sie aber auch sehr gute Resultate.

Bei dem Ablesen eines Quecksilber-Barometers muß man ebenso wie bei einem Theormometer senkrecht auf das Glasrohr blicken, also genau horizontal über die Quecksilberoberfläche visieren. Um dies zu erleichtern, bringt man vielfach hinter dem betreffenden Teile des Barometerrohres einen kleinen Spiegel an, in dem man das Spiegelbild des Quecksilber-Niveaus erkennt. Beide Oberflächen, die wirkliche und ihr Spiegelbild, faßt man dann in einer Linie ins Auge. Bei jeder Barometerablesung muß noch die Temperatur der Umgebung beobachtet werden. Um die Barometerangaben bei verschiedenen Temperaturen zu vergleichen, ist zu berücksichtigen, daß die Differenz der ersteren bei 1° C ca. 0,12 mm beträgt.

Um sodann die Angaben eines Barometers mit denen an anderen Orten vergleichen oder sie überhaupt benutzen zu können, ist es vor allem notwendig, die Höhe des Beobachtungsortes über dem Meeresspiegel oder über einem bekannten Normalpunkte zu kennen. Für den Landwirt ist die Höhe am besten bei uns in Deutschland aus den genauen Generalstabskarten, besonders aus den Meßtischblättern zu denselben, abzulesen, für die die Höhenverhältnisse des Landes sehr genau festgestellt sind. Diese genaue Kenntnis der Höhelage des Ortes ist ja auch in vielfacher sonstiger Beziehung für den praktischen Landwirt von Wichtigkeit. Will man dann die Angaben des eigenen Barometers, welches nach einem richtigen Quecksilber-Barometer eingestellt ist, mit den Zahlen für den Luftdruck auf den Wetterkarten vergleichen, so ist davon auszugehen, daß im Durchschnitt der Luftdruck bei einer Erhebung von 11 m um 1 mm Quecksilberhöhe abnimmt. Der Luftdruck ist auf den Wetterkarten stets auf den Meeresspiegel reduziert, da nur hierdurch ein Vergleich verschiedener Gegenden möglich ist. Liegt nun z. B. ein Beobachtungsort 110 m über dem Meeresniveau, so sind zu den

Angaben des eigenen Barometers stets 10 mm zu addieren, wenn man den Vergleich mit einer Wetterkarte anstellen will.

I. Hauptpunkte der Wettervorhersage.

Es ist schon bei Gelegenheit der Besprechung der Wolken und des Luftdruckes wiederholt im Vorhergehendem die Wettervorhersage berührt worden. In der Hauptsache beruht sie aber auf der Gestaltung des Luftdruck-Verlaufs. Einleitend muß hier zunächst bemerkt werden, daß in einzelnen Gegenden vielfach lokale Zeichen bekannt sind, welche mit einem ziemlichen Erfolge benutzt werden, um daraus auf die künftige Gestaltung des Wetters Schlüsse zu ziehen. Zu solchen lokalen Anzeichen gehört z. B. die Sichtbarkeit entfernter Berggipfel, die Farbe der Wolken bei Sonnenuntergang und noch manche andere. Der Wert solcher Kennzeichen ist bei richtiger Verwendung durchaus anzuerkennen; er läßt sich aber vielfach nicht genügend begründen und ist auch nur selten allgemein und regelmäßig vorhanden. Auch beruht die richtige Erkennung solcher Zeichen oft auf subjektiven Eindrücken, die bei verschiedenen Personen verschieden sind, so daß derartige lokale Erfahrungen nur selten allgemein und für jeden anwendbar sind. Von seiten der wissenschaftlichen Meteorologie hat man dagegen immer darnach gestrebt, die Gesetze, die im Verlaufe der Witterungserscheinungen herrschen, so kennen zu lernen, daß man die Aufeinanderfolge des einen Witterungszustandes auf den anderen erklären und voraussagen kann. Bei der Kürze der Entwickelung der ganzen Wissenschaft ist leider eine Unfehlbarkeit in dieser Beziehung noch nicht erreicht, aber immerhin sind doch schon beträchtliche Fortschritte zu verzeichnen.

Für das Verständnis der Ursachen der verschiedenen Witterungszustände ist die Beobachtung von großer Wichtigkeit gewesen, daß starke Störungen in der Wetterlage, die meistens mit Stürmen, Regenfällen und ausgedehnter Bewölkung verbunden sind, mit niedrigem Luftdrucke oder Barometerstande zusammentreffen, daß dagegen sehr häufig bei sogenanntem schönen Wetter hoher Luftdruck vorhanden ist. Besonders wurde man auf diesen Zusammenhang aufmerksam, als in der Zeit des Krimkrieges ein starker Sturm über dem schwarzen Meere die Flotten der verbündeten Westmächte stark beschädigte. Man konnte in diesem Falle nachträglich feststellen, daß zugleich daselbst ein sehr tiefer Stand des Barometers gewesen war und daß derselbe vorher von Westeuropa aus nach Osten gewandert war. Besonders durch Dove wurde von der deutschen Seewarte in Hamburg aus dieser Zusammenhang konstatiert. Man begann dann im Anschluß daran den Luftdruck-Verhältnissen über dem Teile Europas, in welchem meteorologische Stationen sich befanden, Aufmerksamkeit zu schenken und die Verteilung des Luftdruckes auf Karten darzustellen. Dabei verfährt man noch jetzt derart, daß man in der ähnlichen Weise, wie auf gewöhnlichen Landkarten durch Höhenlinien die verschiedene Höhe des Gebietes zur Anschauung gebracht wird, diejenigen Orte durch Linien mit einander verbindet, welche in einem bestimmten Augenblicke gleichen Luftdruck haben. Diese Linien nennt man Luftdrucklinien oder Isobaren. Werden diese nun auf der Karte eines genügend großen Gebietes gezeichnet, so bemerkt man meistens, daß an einer Stelle der Luftdruck in Bezug auf die Nachbarschaft am höchsten, und an einer anderen Stelle am niedrigsten ist. Man kann in dieser Gestaltung des

Luftdruckes ähnlich Berg und Tal unterscheiden, wie auf der Karte eines Gebirges, nur daß bei den Isobaren der Unterschied sich auf die Stärke des Luftdruckes bezieht. Das Gebiet des höchsten Luftdruckes bezeichnet man auf solchen Karten als Maximum oder „Hoch", das mit dem niedrigsten Luftdruck als Minimum oder „Tief". (Siehe Wetterkarte vom 2. Juni 1906, im Anhang.)

a) Niedriger Luftdruck: „Tief".

Von besonderer Bedeutung für die Gestaltung des Wetters sind nun zunächst die „Tiefs", und zwar deshalb, weil in ihrem Bereiche unter verhältnismäßig niedrigem Drucke die Luft weniger zusammengedrückt und daher leichter ist, als in der Umgebung. Ebenso wie ein in Wasser getauchter Kork einen starken Auftrieb nach oben äußert, so hat die verhältnismäßig leichtere Luft das Streben nach oben zu steigen, da die benachbarte schwerere Luft nach unten zusammenzufließen sucht. Steigt nun die leichtere Luft nach oben, so kommt sie dabei in kältere Regionen, da fast ohne Ausnahme die Lufttemperatur in der Atmosphäre nach oben zu abnimmt, und wird selbst dabei abgekühlt. Der in der atmosphärischen Luft über unserer Erde stets vorhandene Wasserdampf kommt bei dieser Abkühlung in der aufsteigenden Luft nach demselben Prinzip zur Ausscheidung in flüssiger Form, wie die Innenflächen der Fensterscheiben in einem mit feuchter Luft erfüllten Raume sich beschlagen, wenn es außen kühler ist. Das flüssige Wasser, welches im aufsteigenden Luftstrome zur Ausscheidung kommt, liefert dann zunächst Wolken und weiter Regen oder Schnee, eventuell auch Hagel. Mit einem barometrischen „Tief", sowie mit einem demzufolge aufsteigenden Luftstrome hängt also im allgemeinen Wolkenbildung und Neigung zu Niederschlägen zusammen. Dies ist eine der wichtigsten Grundlagen für die Wettervorhersage, daß also in der Nähe eines „Tiefs" Bewölkung und Niederschläge zu erwarten sind. Dabei tritt zunächst die Windrichtung, wie auch die Lage des „Tiefs", ob es z. B. südlich oder nördlich vom Beobachter liegt, an Bedeutung zurück. Wenn auch bei uns in Deutschland die Tiefs häufiger im Norden auftreten, so ist auch eine südliche Lage durchaus nicht selten, und auch hierbei ist bei genügender Nähe des „Tiefs" auf Bewölkung und Niederschlag zu rechnen. Wenn das Tief südlich von Mittel- und Norddeutschland liegt, so haben wir meistens den für den Laien auffallenden Zustand, daß bei östlichen Winden stärkere Niederschläge in Form von Regen oder Schnee fallen. Es kommt dabei eben nur auf eine genügende Nähe des „Tiefs", besonders seines Mittelpunktes, an.

Ein barometrisches Tief beeinflußt neben Bewölkung und Niederschlägen aber auch die Temperatur-Verhältnisse. Im Sommer wird durch die Wolkendecke die Sonnenwirkung abgeschwächt, und die Witterung ist unter der Herrschaft eines Tiefs verhältnismäßig kühl. Im Winter ist bei klarer Witterung wegen der Kürze der Tage die Sonnenwirkung schwächer als die der nächtlichen Abkühlung, sodaß also an klaren Tagen meistens kaltes Wetter herrscht. Kommt dann ein „Tief" zur Geltung, so wird durch die starke Wolkendecke die nächtliche Ausstrahlung und Abkühlung verhindert, und es tritt relativ mildes Wetter ein mit Temperaturen, die der Winterszeit entsprechend zu hoch liegen.

Endlich übt ein „Tief" auf die Windrichtung einen maßgebenden Einfluß aus. Es geschieht dies in der Art, daß beim Aufsteigen der Luft

von unten her andere Luft seitlich nachströmen muß. Ohne die Drehung der Erde würde dies Zusammenströmen in den unteren Schichten der Atmosphäre genau nach dem Zentrum des „Tiefs" gerichtet sein; da aber die Erde sich von West nach Ost dreht, und die leicht bewegliche Luft ihre einmal angenommene Bewegungsrichtung unabhängig von der Erdoberfläche beibehält, so wird die Windrichtung auf unserer nördlichen Halbkugel der Erde stets nach rechts abgelenkt, d. h. nur scheinbar, in Wirklichkeit bleibt die Bewegungsrichtung der Luft dieselbe, und nur die feste Erdoberfläche und wir mit ihr bewegen uns in entgegengesetzter Richtung, also nach links aus der Strömungsrichtung der Luft heraus. Da wir aber gewohnt sind, die feste Erdoberfläche bei der Beurteilung anderer Beobachtungs-Erscheinungen als stillstehend zu betrachten, so sagen wir nicht, daß wir uns mit der Erdoberfläche nach links zu aus der Windrichtung heraus bewegen, sondern vielmehr, daß die Windrichtung sich von unserem Beobachtungspunkte aus entgegengesetzt, also nach rechts, dreht. Wird nun der Wind der nördlichen Hemisphäre stets nach rechts abgelenkt, so strömt er also bei einem „Tief" nicht genau nach dem Zentrum desselben, sondern rechts davon vorbei. Aus einem Südwind wird dadurch Südwest, und bei starker Ablenkung sogar Westwind, aus Nord wird Nordost bis Ost, aus West Nordwest bis Nord, aus Ost Südost bis Süd. Die Stärke der Ablenkung hängt von der Geschwindigkeit der Windbewegung ab, indem bei größerer Windgeschwindigkeit die Luftteilchen schneller über immer wieder neue Teile der Erdoberfläche gelangen, als bei geringerer Windstärke. Um ein „Tief" herum strömt demzufolge die Luft in entgegengesetzter Richtung, wie der Gang des Uhrzeigers ist, so daß um ein „Tief" herum die Windrichtung eine ganz bestimmte und in allen Fällen dieselbe sein muß. Die Windgeschwindigkeit andererseits hängt von der Intensität des „Tiefs" ab, in der Art, daß bei sehr schneller Abnahme des Luftdruckes nach dem Tief zu die Gewichtsunterschiede dicht benachbarter Luftmassen sehr groß sind und demzufolge das Aufwärtssteigen der leichteren Luft sehr energisch erfolgt. Ebenso ist bei schroffen Luftdruckunterschieden das seitliche Nachströmen der Luft aus der Umgebung stärker und die Windgeschwindigkeit größer. Sind die Unterschiede im Luftdruck über dicht benachbarten Gebieten groß, so liegen auf der für diese Verhältnisse gezeichneten Wetterkarte die Isobaren dicht zusammen, so daß also stets dicht liegende Isobaren mit stärkeren Winden oder Stürmen verbunden sind. Wir sehen demnach, daß ein „Tief" die Witterung in seiner Umgebung in den Hauptpunkten bestimmt, sodaß man fast völlig genau angeben kann, wie in einer Gegend das Wetter ist, wenn man weiß, daß dort ein barometrisches „Tief" lagert.

Die Art der Bewölkung, das Verhalten der Temperatur und der Winde um ein Tief herum ist in der Wetterkarte vom 2. Juni 1906 am Schluß zu versehen.

b) **Hoher Luftdruck: „Hoch".**

Gegenüber einem „Tief" ist der direkte Einfluß eines „Hochs" für die augenblickliche Gestaltung der Witterung nicht immer so deutlich. Zunächst muß man sich klar machen, daß bei hohem Luftdrucke die Luft stärker zusammengedrückt und daher schwerer ist als in Gebieten mit niedrigem Druck. Die schwerere Luft sucht nach unten zu fließen und strömt infolgedessen auf der Erdoberfläche vom Zentrum des „Hochs" nach außen. Wegen

der Ablenkung nach rechts, die auch hier ebenso gilt, wie bei einem Tief, findet dieses Auseinanderströmen im gleichen Sinne wie der Gang des Uhrzeiger statt, sodaß also westlich von einem „Hoch" Südost-Wind herrscht, nördlich Südwest, östlich Nordwest und südlich Nordost. Da sich das „Hoch" meist über eine größere Fläche erstreckt, so findet das Auseinanderströmen der Luft weniger intensiv statt, als das Zusammenströmen bei einem „Tief". Die Winde um ein „Hoch" herum sind daher meistens schwächer; die Isobaren liegen dementsprechend auch weiter auseinander.

Bei einem „Hoch" hat die unter stärkerem Druck stehende schwerere Luft das Bestreben, in der Atmosphäre nach unten zu sinken. Dabei kommt sie aus dem geringeren Druck der höheren Schichten in den stärkeren den tieferen. Bei jeder Kompression eines Gases, also auch der Luft, findet nun eine Erwärmung derselben statt, indem die bei der Kompression ausgeübte Kraft in Wärme umgesetzt wird. Sind in der Luft vor dem Zusammendrücken feine Wassertröpfchen als Nebel oder Wolken enthalten, so verdunsten dieselben unter dem Einflusse der Erwärmung, so daß die vorher trübe Luft klar wird. Das Gegenteil, wenn Luft aus höherem in niedrigeren Druck kommt, und sich dabei abkühlt, führt, wie unter der Herrschaft eines „Tiefs", umgekehrt zur Bildung von Wolken. Diese Erscheinungen lassen sich auch im kleinen bei Experimenten beobachten, sodaß Bildung und Wiederauflösen von Wolken in einer eingeschlossenen Menge von feuchter Luft durch Veränderung des Druckes beliebig hervorgerufen werden kann. Jeder von oben nach unten gerichtete Luftstrom wirkt also im allgemeinen der Wolkenbildung entgegen. Dementsprechend ist auch in der Mehrzahl der Fälle im Gebiete eines „Hochs" klares Wetter zu erwarten (siehe Wetterkarte vom 26. Juli 1906). Ausnahmen kommen in dieser Beziehung bisweilen vor; einmal besonders, wenn ein „Hoch" ein sehr ausgedehntes Gebiet bedeckt, und in diesem verhältnismäßig gleichstark ist, indem dann das Abwärtsströmen der Luft allmählich aufhört und die große Masse der Atmosphäre in einen fast vollständig ruhigen Zustand gelangt. Es ist dies zu erkennen an völliger Windstille oder, wenn vielleicht hie und da ein schwacher Luftzug vorhanden ist, daran, daß die Richtung dieser schwachen Luftbewegung sehr unbestimmt ist, sodaß die Richtung des leisen Windes sich bisweilen durch alle Himmelsrichtungen hindurchdreht. — Ist eine große Luftmasse in dieser Art zur fast unbeweglichen Ruhe gelangt, so sammelt sich, besonders im Winter, unten vorwiegend eine kühlere Luftschicht, da diese verhältnismäßig schwerer ist. Diese allmählich immer kälter werdende untere Luftschicht scheidet dann den in ihr enthaltenen Wasserdampf in Form von feinen Tröpfchen aus, so daß es entweder zu Nebel oder zu tiefhängenden Wolken kommt. Die letzteren sind dann die gleichmäßig grauen Stratuswolken, welche unzerteilt den Himmel überziehen und bekanntermaßen sehr niedrig schweben, sodaß sie geradezu die niedrigsten Wolken darstellen. Gerade diese Art von Stratuswolken sind in der Bildungsweise fast völlig identisch mit dem Nebel, nur daß sie nicht direkt auf dem Boden aufliegen, sondern erst in etwas größerer Höhe schweben. — Andererseits kommen Ausnahmen von der Regel, daß ein „Hoch" mit klarem Wetter verbunden ist, dadurch vor, daß an der Grenze zwischen einem „Tief" und einem „Hoch" das erstere vielfach eine stärkere Wirkung auf die Umgebung hat. Wenn die Mittelpunkte eines „Tiefs" und eines „Hochs" nicht allzuweit von einander entfernt sind, so verursacht das erstere auch häufig im Bereiche des letzteren

Bewölkung und vielfach sogar Niederschläge. Wir haben dann die schon oben erwähnte Erscheinung, daß bei hohem Luftdruck und östlichen Winden regnerisches trübes Wetter eintritt.

Auf die Temperatur-Verhältnisse hat ein „Hoch" eine Wirkung, die mit den Bewölkungsverhältnissen zusammenhängt. Wenn bei einem „Hoch", wie es für die Mehrzahl der Fälle zutrifft, klares Wetter herrscht, so ist die Wirkung der Ein- und Ausstrahlung von Wärme besonders begünstigt. Am Tage wirkt also der Sonnenschein intensiver, ebenso aber auch in der Nacht die Wärmeausstrahlung in den Weltenraum. Im Sommer, bei längeren Tagen, überwiegt natürlich die Wirkung des Sonnenscheins gegenüber der nächtlichen Abkühlung, im Winter bei kürzeren Tagen ist es dagegen umgekehrt. Demzufolge führt ein „Hoch" im normalen Verlaufe im Sommer zu heißem, trockenem Wetter, im Winter dagegen zu starker Kälte, ebenfalls verbunden mit Trockenheit. Diese extremen Erscheinungen zeigen sich am häufigsten, wenn ein „Hoch" sehr ausgedehnt ist und längere Zeit über einem Gebiete lagert, so daß die heißen, trockenen Perioden im Sommer und die klaren kalten Zeiten im Winter meistens mit der Herrschaft eines „Hochs" zusammenhängen.

c) Die Wanderung der barometrischen „Tiefs und Hochs".

Wir haben gesehen, daß man die Witterungsverhältnisse eines Gebietes, auch aus der Ferne, bestimmt angeben kann, wenn man nur weiß, ob daselbst ein „Hoch" oder ein „Tief" liegt. Wie also die Witterung sich um diese Luftdruckzentren gestaltet, ist sehr weitgehend bekannt. Wenn nun aber diese Kenntnis benutzt werden soll, um den Verlauf der Witterung für die nächste Zeit vorauszusagen, also auf einen oder mehrere Tage hinaus, so ergibt sich dafür als wichtigste Forderung, daß wir über die Bewegungsverhältnisse der „Tiefs" und „Hochs" in Bezug auf Richtung und Schnelligkeit unterrichtet sind. Wenn wir mit Hülfe von Wetterkarten ein größeres Gebiet der Erdoberfläche überschauen, und dann an irgend einer Stelle ein „Tief" oder ein „Hoch" erkennen, so kommt es für die Wettervorhersage in einer bestimmten Gegend darauf an, zu wissen, ob dies entdeckte „Tief" oder „Hoch" sich nähern wird oder nicht. Weiß man genau, daß ein in der Ferne erschienenes „Tief" sich nähert, so kann man mit Bestimmtheit auf Eintreten von sogenanntem „schlechten" Wetter rechnen. Umgekehrt stellt das Herankommen eines „Hochs" den Eintritt von sogenanntem „schönen" Wetter in der Mehrzahl der Fälle in Aussicht. Es kommt also für die Wettervorhersage vor allem darauf an, die Bewegungen und Veränderungen der Luftdruckzentren zu kennen.

In dieser Hinsicht ist zunächst der Grundsatz zu beobachten, daß ein „Tief" von einem wärmeren Gebiete angezogen wird. Da die wärmere Luft leichter ist als die kältere, so sind in einem Gebiete mit höherer Lufttemperatur immer die Bedingungen für die Entstehung eines „Tiefs" günstiger. Wenn nun um ein „Tief" herum die Lufttemperatur verschieden hoch ist, so wird beim Zusammenströmen der Luft nach einem „Tief" zu von dem wärmeren Gebiete auch wärmere Luft zugeführt, als von den kälteren Seiten her. Auf der einen Seite eines Tiefs wird daher die Luft weiter erwärmt, und das Aufsteigen der Luftsäule noch weiter gefördert, auf den anderen Seiten dagegen wird kühlere Luft zugeführt und dadurch dem Auf-

wärtssteigen der Luft entgegengewirkt, der Luftdruck also erhöht. Da selten rings um ein Tief herum gleiche Temperatur herrscht, so kann ein Tief demzufolge fast nie ruhig und unbeweglich liegen, wenigstens nur mit seltenen Ausnahmen, sondern es muß irgendwie weiter wandern, dadurch, daß es nach der höheren Temperatur zu gewissermaßen immer von neuem wieder entsteht, auf der anderen Seite dagegen fortwährend vermindert wird.

Ebenso wie nun durch die Drehung der Erde von West nach Ost die Winde in ihrer Richtung auf unserer nördlichen Halbkugel nach rechts abgelenkt werden, so geschieht dies auch mit der Luft, die dem Tief von einem Wärmegebiete zugeführt wird. Daher wandert auch das Tief nicht direkt auf das Wärmezentrum in der Nachbarschaft zu, sondern so vorbei, daß es dieses rechts liegen läßt; es selbst weicht also etwas nach links von dem Wärmegebiete ab. Wenn also z. B. über Süddeutschland verhältnismäßig hohe Temperatur herrscht und dann über Irland ein „Tief" auftaucht, so ist es wahrscheinlich, daß dieses direkt von West nach Ost, also an der norddeutschen Küste entlang ziehen wird. Im Spätsommer andererseits kommt es bisweilen vor, daß bei hoher Temperatur über Mittel-Rußland in Südosteuropa ein „Tief" auftritt, welches dann die sonst ungewöhnliche Bahn von Südost nach Nordwest zu einschlägt. Es führt dies dann meist zu ungewöhnlich heftigen Erscheinungen, sodaß z. B. die starken Überschwemmungen am 29. bis 30. Juli 1897 im Riesengebirge, sowie am 9. und 10. Juli 1903 in Oberschlesien und Sachsen unter solchen Konjunkturen entstanden. Auch der überraschende heftige Schneesturm am 19. April 1903 hatte eine ähnliche Ursache. Dieser Weg eines „Tiefs" ist nun aber verhältnismäßig selten, während im allgemeinen die Bahn von West nach Ost die häufigste ist. Es hängt dies damit zusammen, daß bei uns vorwiegend die südlichen Gebiete wärmer sind, als die nördlichen, und daß die „Tiefs" die größere Wärme bei ihrer Bewegung rechts liegen lassen.

Für die Zugstraße eines „Tiefs" ist außer den Temperatur-Verhältnissen in der Umgebung vor allem noch die Lage der „Hochs" daselbst maßgebend. Es gilt hier der Grundsatz, daß die „Hochs" sich meistens viel langsamer bewegen als die „Tiefs" und überhaupt einen mehr konstanten Charakter haben und daß dort, wo ein „Hoch" liegt, für den Zug der „Tiefs" ein Hindernis besteht. Die letzteren müssen den ersteren daher ausweichen. Für die Wettervorhersage ist dies insofern von Wichtigkeit, als man aus der Lage eines „Hochs" erkennen kann, welche Gebiete in der nächsten Zeit von „Tiefs" frei bleiben werden. Hierbei handelt es sich vor allem um den Unterschied, ob die „Hochs" vorwiegend, soweit unsere deutschen Verhältnisse in Betracht kommen, nördlich liegen, also auf einer Bahn, die von England über Süd-Schweden nach den russischen Ostseeprovinzen verläuft, oder mehr südlich, etwa auf einer Linie, die durch Südfrankreich, die Schweiz, Österreich und Ungarn geht. Der hohe Luftdruck hat häufig in langen Perioden das Streben, auf einer dieser beiden Bahnen zu bleiben, so daß oft längere Zeiten, Monate, auch halbe und ganze Jahre in ihrem Witterungs-Charakter durch das Vorherrschen einer von diesen beiden Bahnen bestimmt werden. Der Einfluß besteht dann darin, daß für die Tiefs nur nördlich und südlich die Bahn frei ist.

Herrscht die südliche Bahn des hohen Luftdrucks vor, so haben die „Tiefs" vor allem die Möglichkeit, auf der nördlichen zu ziehen. Man be-

obachtet dann meiſtens, daß dabei ein Gebiet niederen Luftdrucks auf das andere folgt, wodurch nach dem oben geſagten für Deutſchland, beſonders Norddeutſchland, eine Periode unruhigen und meiſtens ſchlechten Wetters verurſacht wird.[1]) Herrſcht dagegen die nördliche Bahn für die „Hochs" vor, ſo ziehen die „Tiefs" ſüdlich oder nördlich von derſelben vorüber.[2]) Die nördlichen kommen dann für Deutſchland nicht in Betracht, die ſüdlichen ziehen aber meiſtens nur in größerer Entfernung vorüber, etwa in der Höhe von Genua und Venedig. Bei dieſer Entfernung ſind ſie für die Witterung in Deutſchland ohne Einfluß. Im großen und ganzen kann man ſich die durchſchnittliche Verteilung des Luftdruckes von Süd nach Nord in der Weiſe vorſtellen, daß von Weſt nach Oſt laufende Streifen von hohem und niederem Luftdruck mit einander abwechſeln. Es kommt z. B. vor, daß über dem mittelländiſchen Meere ſehr hoher Luftdruck lagert, über der geographiſchen Breite der Schweiz und Norditalien niedriger, über der Nord- und Oſtſee hoher und noch weiter nach Norden, etwa in der Nähe von Bodö und Haparanda, wieder niedriger, oder aber über dem mittelländiſchen Meere niederer Luftdruck, über Norditalien und der Schweiz hoher, über der Nord- und Oſtſee niedriger und in Nord-Skandinavien wieder hoher. Nur kommt eben für den betreffenden hohen oder niederen Luftdruck nicht nur der zufällige Aufenthaltsort in Betracht, ſondern die ganze durch denſelben weſt-öſtlich parallel den Breitengraden gehende Linie. Dieſe Verteilung des Luftdrucks verſchiebt ſich periodenweiſe mehr nach Norden oder nach Süden. Die Urſache dafür, daß in einem Jahre oder auch in einer kürzeren Periode die Luftdruckverteilung in der einen Art und zu anderer Zeit in der anderen Art ſtattfindet, kennen wir leider bisher noch nicht genügend, wenn auch die Vermutung viel Wahrſcheinlichkeit für ſich hat, daß die Sonnenſcheindauer und -Intenſität in den Tropen, welche für die Temperatur-Verhältniſſe der geſamten Erdoberfläche maßgebend ſind, in ihrer verſchiedenen Geſtaltung unter dem Einfluſſe von Luftſtrömungen, Bewölkung und vielleicht auch Sonnenflecken, die in letzter Linie wirkende Urſache bildet. Es iſt in der neueren Zeit feſtgeſtellt, daß in den Zeiten reichlicherer Sonnenflecken die Wärmeausſtrahlung von ſeiten der Sonne intenſiver iſt, als zu Zeiten, in denen wenig Sonnenflecke beſtehen. Je nach dem, wo nun gerade die Sonne zwiſchen den Wendekreiſen ſenkrecht über der Erdoberfläche ſteht, während ein Sonnenflecken-maximum oder -Minimum herrſcht, reicht der Einfluß der verſchiedenen Erwärmung mehr oder weniger weit nach Norden oder Süden. Dabei iſt zu beachten, daß dort, wo die Sonnenwirkung ſtärker iſt als in der Umgebung, durch die Erzeugung von wärmerer leichterer Luft ſtets die Entſtehung von „Tiefs" begünſtigt iſt. — Da dieſe Punkte aber noch weiterer Unterſuchung bedürfen, ſo ſoll hier nicht weiter darauf eingegangen werden.

In den letzten Jahren hatte man gerade Gelegenheit, verſchiedene Perioden zu beobachten, in denen die Konſtanz der von den „Hochs" eingeſchlagenen Bahnen beſonders hervortrat. Das Jahr 1904 war bekanntlich im größten Teile Deutſchland durch beſondere Trockenheit ausgezeichnet. Es bildete in dieſer Beziehung den Höhepunkt einer trockenen Periode, die etwa vom letzten Teile des Jahres 1902 bis in den Juni 1905 reichte. In dieſer ganzen Zeit hielt ſich der hohe Druck meiſtens auf der nördlichen Bahn auf,

[1]) Vergl. die Wetterkarten vom 9., 10. und 11. Aug. und vom 14. Sept. 1906 im Anhange.
[2]) Wetterkarte vom 26. Juli 1906, welche den Anfang einer Schönwetterperiode darſtellt.

also teils über England, Südschweden und den russischen Ostseeprovinzen. Wenn er einmal etwas nach Süden ging, so bildete dies eine seltene Ausnahme, nach der er sehr bald immer wieder auf die nördliche Bahn zurückkehrte. In der regenreichen folgenden Periode, die etwa vom Juni 1905 mit nur einigen Ausnahmen bis in das dritte Viertel von 1906 reichte, herrschte die südliche Bahn der „Hochs" vor. Bei dem letzteren Typus des Wetters ist aber überhaupt eine gewisse Unruhe in der Wetterlage charakteristisch, so daß auch gelegentlich der hohe Luftdruck von S nach N geht, namentlich häufig von SW nach NO, oder auch von NW nach SO. Diese schräg zu den Breitengraden liegenden Bahnen des hohen Luftdruckes sind aber besonders als Zeichen für die Unruhe in der Wetterlage anzusehen. Wenn auch dabei, bei vorübergehender Lage des „Hochs" im Nordwesten oder Nordosten von uns, auf kurze Zeit klares, trockenes Wetter eintritt, so ist doch immer in kürzerer Zeit wieder ein Umschlag zu erwarten. Bewegen sich dagegen die „Hochs" langsam von NW nach NO, so ist dies ebenso ein Zeichen für größere Beständigkeit der Schönwetterlage, wie der Gang von SW nach SO ein solches für die der schlechten.

Im Winter ist die gelegentlich vorkommende langsame Ausbreitung und Wanderung eines „Hochs" von Nordosten aus, also von Haparanda oder Finnland nach Südwesten zu von besonderer Bedeutung. Es ist mit einem solchen „Hoch" meistens intensive Kälte verbunden, ebenso wie vielfach auch sonst im Winter mit einem „Hoch" überhaupt. Kommt zu uns ein solches aber, wie erwähnt, von Nordosten aus und zwar langsam, so ist dies ein Zeichen für eine längere Dauer des eintretenden kühlen Wetters, während umgekehrt, wenn ein „Hoch" von Nordwest nach Südost wandert, trotz vorübergehender Aufklärung in Deutschland nicht auf größere Beständigkeit zu rechnen ist.

Bei all dieser Berücksichtigung der Hochs zum Zwecke der Wettervorhersage beruht der Hauptwert darin, daß hierbei auf eine etwas *längere Zeit hin die Wetterlage zu erkennen* ist, und zwar gewissermaßen nur in ihrem *allgemeinen Charakter*, weniger in Bezug auf Einzelheiten für einzelne Stunden oder Teile eines Tages. Diese Erkennung des allgemeinen Charakters der Wetterlage[1]), ob sie also im allgemeinen trocken oder naß, kalt oder warm, sonnig oder trübe ist, hat auch für den landwirtschaftlichen Betrieb, wie schon früher betont wurde, eine besondere Wichtigkeit, sodaß für den Landwirt oft größere Interessen abhängen von der allgemeinen Gestaltung des Wetters in einer gewissen längeren Zeit, also z. B. in der Ernte und bei der Bestellung, als von den kleinen Unterschieden, die in der Witterung einzelner Tage oder auch schon zwischen Vor- und Nachmittag auftreten. Wenn z. B. in der Erntezeit der regnerische Charakter der Wetterlage erkannt ist, so ergibt sich daraus die Folgerung, daß jeder einigermaßen gute Tag benutzt werden muß, ohne daß man die allerhöchsten Ansprüche an das Trocknen der Ernteprodukte stellen darf. Ist dagegen das Erntewetter als allgemein trocken erkannt, so wird man sich durch einen einzelnen Regentag nicht irre machen lassen und doch ruhig ein genügendes Trocknen abwarten. Auch im Frühjahr und Herbst ist bei der Bestellung die Frage sehr wichtig, ob die Witterung auf längere Zeit hin einen mehr trockenen oder feuchten Charakter haben wird.

[1]) Die Wetterkarten vom 9., 10., 11. August und 14. September 1906 stellen einen länger dauernden unruhigen Charakter der zukünftigen Wetterlage in Aussicht; die Karte vom 26. Juli einen ruhigen, heiteren, trockenen. Der wirkliche Verlauf des Wetters bestätigte nachher in diesen Fällen die Vermutung.

In Bezug auf die Bewahrung der Bodenfeuchtigkeit zur Keimung wird man dann die Maßnahmen darnach treffen können. Alles, was die Möglichkeit, den Allgemeincharakter des Witterungsverlaufs auf eine längere Zeit hinaus im voraus zu wissen, befördern kann, ist daher im Interesse der Landwirtschaft mit ganz besonderer Freude zu begrüßen.

d) Abhängigkeit der Gewitter- und Hagelbildungen von der Luftdruck-Verteilung.

Die „Hochs" und „Tiefs" werden nicht immer von regelmäßig verlaufenden Luftdrucklinien oder Isobaren gebildet. Es kommt vielmehr vor, daß diese letzteren in unregelmäßigen Ausbuchtungen verlaufen. Bei einer solchen kurzen Umbiegung der Luftdrucklinien ist es von Bedeutung, daß hier verhältnismäßig nahe bei einander liegende Gegenden größere Unterschiede im Luftdruck zeigen. Rührt die Ausbuchtung von einem „Tief" her, so fällt an der einen Seite derselben der Luftdruck schnell, um an der anderen Seite in kurzer Entfernung bereits wieder zu steigen. Wenn solche Luftdruckunterschiede auf einem ganz engen Gebiete zusammengedrängt sind und in der Mitte der Druck am niedrigsten ist, so treten die Erscheinungen, wie sie bei einem „Tief" bekannt sind, in besonders intensivem Grade auf. Der aufwärts steigende Luftstrom wird dann meistens mit ganz besonders großer Geschwindigkeit nach oben gerissen. Es führt dies besonders häufig zu Gewittern und eventuell auch zu Hagel. Natürlich tritt diese Möglichkeit im Sommer wegen der intensiveren Sonnenwirkung leichter ein, als im Winter. Die Beachtung solcher Ausbuchtungen der Luftdrucklinien um ein „Tief" herum, die man auch Teil- oder Nebenminima nennt, ist für die Vorhersage von Gewittern und Hagelfällen besonders wichtig.[1])

e) Vorhersage der Maifröste.

Auch für die Vorhersage der oft so verderblichen Maifröste ist der Verlauf der Luftdrucklinien von Bedeutung. Meistens sind dieselben in Mittel- und Norddeutschland zu fürchten, wenn im Nordwesten von uns, etwa über England und Schottland ein „Hoch" auftritt; wenigstens ist dann schon eine merkliche Abkühlung zu beachten. Dehnt sich das „Hoch" aber bis nach Norwegen aus, so ist das Eintreten des Frostes so gut wie sicher und zwar meistens in besonderer Intensität. Es ist auch bemerkenswert, daß etwa im mittleren Drittel des Mai diese Wetterlage ganz besonders häufig vorkommt, wenn auch vorher und nachher ziemlich abweichende Verhältnisse vorlagen. Ausnahmsweise kommt es ja auch im Mai zu Spätfrösten, wenn das „Hoch" von Nordwesten durch Mitteldeutschland wandert, aber hierbei im allgemeinen seltener. Unterstützt wird das vorherige Erkennen solcher Nachtfröste noch durch die Beachtung der Luftfeuchtigkeit neben der Temperatur, wie es weiter oben bei dem Kapitel über die Luftfeuchtigkeit geschildert wurde.

---

[1]) Vergl. die Wetterkarte vom 2. Juni 1906, 8 Uhr morgens mit sehr unregelmäßig verlaufenden Isobaren; nachmittags waren über Halle a. S. stärkere Gewitter, auch gegen 1½ Uhr Hagelschlag. — Zahlreiche Teilminima oder Nebentiefs sind auf der Wetterkarte vom 9. August über Westdeutschland; am 10. und 11. waren dann Gewitter.

K. Beobachtung bestimmter Vegetationserscheinungen.

(Phänologische Beobachtungen).

Da der Verlauf der Vegetation vom Beginn im Frühjahr bis zum Ende im Herbst gewissermaßen das Produkt der Witterungsverhältnisse bildet, so hat man schon vielfach versucht, durch regelmäßige Notizen über bestimmte Stadien oder Erscheinungen während der Vegetationszeit einen Anhalt zu gewinnen, um die Jahreswitterung zu beurteilen. Tatsächlich ist auch z. B. die Zeit des Aufblühens irgend welcher Pflanzen, Bäume, Sträucher oder Kräuter, abhängig von der vorausgegangenen Witterung; das Aufblühen selbst ist gewissermaßen das Produkt der bis dahin seit dem Winter zugeführten Wärme, wenn auch nicht allein abhängig von der Summe der Temperaturgrade seit dem Beginne der Vegetationstätigkeit. Z. B. blüht der Flieder (Syringa vulgaris) in verschiedenen Jahren früher oder später, je nachdem im April größere oder geringere Wärme geherrscht hat. Ebenso ist das Aufblühen des Getreides, besonders des Roggens das Produkt der vorhergehenden Witterung; ebenso das Ausreifen des Getreides; später im Herbst aber auch das Ausreifen mancher Früchte und die Verfärbung des Laubes von Bäumen, wie auch der Blattabfall. Um nun am ganzen Verlaufe der Vegetation die wirksame Witterung beurteilen zu können, hat man eine gewisse Auswahl der zu beobachtenden Pflanzen für diese Zwecke getroffen. Besonders ist dies nach den Gesichtspunkten geschehen, daß die zu benutzenden Vegetationserscheinungen über die ganze Zeit der Pflanzenvegetation so verteilt sind, daß die einzelnen Abschnitte richtig charakterisiert werden; außerdem aber auch danach, daß die betreffenden Vegetationserscheinungen an den Pflanzen gut zu erkennen sind. Die Wissenschaft, die sich mit derartigen Beobachtungen in verschiedenen Jahren beschäftigt, und die von den Professoren Hoffmann und Ihne in Gießen begründet ist, nennt man Phänologie, und die betreffenden Beobachtungen phänologische Beobachtungen. In dieser Beziehung hat sich eine Zusammenstellung bewährt, die schon seit längerer Zeit nach dem Vorschlage von O. Drude für die Erforschung dieser Verhältnisse in Mitteldeutschland vielseitig benutzt wird. In nachstehender Tabelle sind die ausgewählten Pflanzen sowie die an ihnen zu beobachtenden Vegetationserscheinungen zusammengestellt, wobei folgende Abkürzungen verwendet sind:

e. Bl. Eintritt der Blütezeit,
v. Bl. Eintritt in die Vollblüte (bei Kleefeldern und Wiesengräsern),
B. O. I Hervorbrechen der Blattschöpfe aus den Knospenhüllen,
B. O. II Entfaltung der Blattoberflächen,
Fr. Eintritt in die Fruchtreife, E. Ernte,
L. V. Allgemeine herbstliche Laubverfärbung,
L. F. Allgemeine Entblätterung, Laubfall.

Es sind zugleich die Ergebnisse im einzelnen wie auch im Durchschnitt von zehnjährigen Beobachtungen beigefügt, welche am landwirtschaftlichen Institut der Kgl. Universität zu Halle vom Verfasser angestellt wurden. Es ist hier das Datum immer auf zweierlei Art ausgedrückt, einmal in der gewöhnlichen Weise durch Tag und Monat, dann aber auch als Terminzahl, wie sie von Drude vorgeschlagen ist und eine bequemere Rechnung gestattet. Diese Terminzahlen werden fortlaufend vom 21. Dezember ab gezählt, so daß also der 22. der erste Tag ist. In Schaltjahren erhöhen sich diese Zahlen vom 1. März an um + 1.

		1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	Mittel der 10 Jahre.
1.	e. Bl. Galanthus nivalis	30/2. 51	22/3. 91	8/3. 78	5/3. 74	24/2. 65	15/2. 56	20/2. 67	13/3. 83	28/2. 69	22/2. 63	1/3. 69.7
2.	e. Bl. Cornus mas	15/3. 84	6/4. 106	21/3. 91	23/3. 92	18/3. 87	15/2. 56	6/4. 106	7/4. 107	20/3. 89	3/3. 72	20/3. 89.0
3.	B. O. I. Aesculus Hippocastanum	4/4. 104	19/4. 119	10/4. 111	13/4. 113	17/4. 117	17/4. 117	21/4. 121	23/4. 123	13/4. 115	27/3. 96	14/4. 113.6
	B. O. II. „ „	2/5. 133	28/4. 128	13/5. 144	1/5. 131	7/5. 137	11/5. 141	7/5. 137	7/5. 137	10/5. 140	29/4. 129	6/5. 135.7
4.	e. Bl. Narcissus Pseudonarcissus	25/4. 125	12/4. 112	15/4. 116	13/4. 115	27/3. 96	1/4. 101	19/4. 119	19/4. 119	12/4. 112	30/3. 89	10/4. 110.4
5.	B. O. I. Tilia grandifolia	17/4. 117	23/4. 123	25/4. 126	16/4. 116	26/4. 126	21/4. 121	21/4. 121	27/4. 127	21/4. 121	29/3. 97	20/4. 119.5
	B. O. II. „ „	4/5. 134	1/5. 131	14/5. 145	3/5. 133	6/5. 136	10/5. 140	7/5. 137	7/5. 137	6/5. 136	1/5. 131	6/5. 136.0
6.	B. O. I. Betula alba (verrucosa)	5/4. 105	30/4. 120	6/5. 107	5/4. 105	11/4. 111	18/4. 118	21/4. 121	30/4. 120	30/4. 120	30/5. 95	12/4. 112.2
	B. O. II. „ „ „	3/5. 133	27/4. 127	13/5. 142	3/5. 133	6/5. 134	10/5. 140	7/5. 137	2/5. 132	17/5. 147	1/5. 131	6/5. 135.6
7.	e. Bl. „ „ „	4/4. 104	15/4. 112	7/4. 108	16/4. 116	30/4. 120	14/4. 114	22/4. 122	21/4. 121	21/4. 121	30/3. 95	13/4. 113.3
8.	e. Bl. Ribes Grossularia	3/4. 103	22/4. 122	11/4. 112	12/4. 112	14/4. 114	30/4. 110	22/4. 122	21/4. 121	18/4. 118	22/3. 96	14/4. 113.0
9.	e. Bl. Prunus avium	14/4. 114	25/4. 125	25/4. 126	21/4. 121	30/4. 129	21/4. 121	1/5. 131	29/4. 129	25/4. 125	11/4. 111	23/4. 123.2
10.	e. Bl. Prunus Cerasus („Weichsel“)	15/4. 115	24/4. 124	26/4. 127	22/4. 122	28/4. 128	21/4. 121	30/4. 130	29/4. 129	25/4. 125	5/4. 105	22/4. 122.6
11.	e. Bl. Pirus communis („Rettigbirne“)	11/4. 111	26/4. 126	26/4. 127	28/4. 129	2/5. 132	27/4. 127	4/5. 134	4/5. 134	7/5. 137	14/4. 114	27/4. 127.1
12.	e. Bl. Prunus Padus	14/4. 114	27/4. 127	27/4. 128	22/4. 122	1/5. 131	24/4. 124	1/5. 131	30/4. 130	30/4. 130	6/4. 106	24/4. 124.3
13.	e. Bl. Pirus Malus („Winter-Goldparmäne“)	18/4. 118	2/5. 132	7/5. 133	2/5. 132	28/4. 128	5/5. 135	6/5. 136	7/5. 139	13/5. 143	1/5. 131	3/5. 132.7
14.	e. Bl. Vaccinium Myrtillus (in der Dölauer Heide)		8/5. 138	14/5. 145	18/4. 118	9/5. 139	14/5. 144	5/5. 135	11/5. 141	4/5. 138	16/4. 116	5/5. 134.9
15.	B. O. I. Sorbus aucuparia	12/4. 112	21/4. 121	5/4. 106	14/4. 114	16/4. 116	20/4. 120	22/4. 122	20/4. 120	18/4. 118	27/3. 96	14/4. 114.5
	B. O. II. „ „	19/4. 119	28/4. 128	7/5. 138	3/5. 133	5/5. 135	14/5. 144	7/5. 138	29/4. 129	16/5. 146	2/5. 132	4/5. 134.2
16.	B B. I. Fagus silvatica	16/4. 116	22/4. 122	19/4. 119	18/4. 118	25/4. 125	16/4. 118	1/5. 131	6/5. 136	1/5. 131	1/5. 131	25/4. 124.7
	B. O. II. „ „	22/5. 142	10/5. 140	13/5. 144	13/5. 143	18/5. 148	10/5. 140	8/5. 138	11/5. 141	13/5. 145	6/5. 136	12/5. 141.7
17	e. Bl. Aesculus Hippocastanum	26/4. 126	1/5. 131	9/5. 140	4/5. 134	9/5. 139	11/5. 141	7/5. 137	7/5. 136	17/5. 147	5/5. 135	7/5. 136.6
18.	e. Bl. Syringa vulgaris	25/4. 125	4/5. 133	11/5. 142	6/5. 136	12/5. 142	21/5. 141	6/5. 138	10/5. 140	28/5. 156	2/5. 132	8/5. 138.5
19.	B. O. I. Fraxinus excelsior	30/4. 130	2/5. 132	21/5. 142	6/5. 136	5/5. 135	30/5. 140	6/5. 136	12/5. 142	4/5. 134	7/5. 137	6/5. 136.4
	B. O. II. „ „	15/5. 145	15/5. 145	4/6. 166	6/6. 165	24/5. 154	30/5. 160	14/5. 144	20/5. 150	5/6. 166	29/5. 153	25/5. 154.8
20.	e. Bl. Sorbus aucuparia	6/5. 136	6/5. 136	9/5. 140	12/5. 147	13/5. 145	15/5. 145	16/5. 148	14/5. 144	28/5. 158	5/5. 135	13/5. 143.4
21.	e. Bl. Cytisus Laburnum	2/5. 133	12/5. 142	15/5. 146	14/5. 148	16/5. 146	14/5. 144	19/5. 149	16/5. 146	28/5. 158	7/5. 137	13/5. 144.9

		1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	Mittel der 10 Jahre
22.	v. Bl. Alopecurus pratensis	3/5. 153	11/6. 141	13/5. 146	17/5. 147	3/6. 145	3/6. 143	4/6. 144	10/5. 140	5/6. 156	4/6. 134	7/6. 146.9
23.	v. Bl. Dactylis glomerata	24/6. 154	20/6. 160	7/6. 166	7/6. 165	11/6. 174	7/6. 165	7/6. 163	7/6. 157	7/6. 165	7/6. 162	7/6. 161.9
24.	v. Bl. Phleum pratense	25/6. 186	23/6. 184	23/6. 187	30/6. 187	22/6. 186	27/6. 188	21/6. 182	18/6. 179	1/7. 192	24/6. 185	25/6. 185.6
25.	v. Bl. Feld von Trifolium pratense	7/6. 164	7/6. 163	7/6. 164	7/6. 163	7/6. 162	7/6. 157	7/6. 164	24/5. 154	7/6. 165	7/6. 163	1/6. 161.9
26.	e. Bl. Sambucus nigra	15/5. 148	17/5. 160	7/6. 164	7/6. 165	7/6. 163	24/6. 154	1/6. 162	29/6. 159	7/6. 166	24/6. 154	10/6. 159.5
27.	e Bl. Vitis vinifera (freistehend im Garten)	7/6. 164	2/6. 173	30/6. 182	4/6. 185	3/6. 184	0/6. 190	7/6. 184	1/6. 160	7/6. 170	0/6. 181	16/6. 177.3
28.	e. Bl. Tilia grandifolia	18/6. 179	7/6. 178	1/6. 183	2/6. 183	28/6. 186	26/6. 187	22/6. 183	22/6. 180	0/7. 194	14/6. 179	22/6. 183.2
29.	e. Bl. Lilium candidum	0/7. 192	5/6. 186	23/6. 185	2/6. 183	0/6. 190	0/7. 195	0/6. 191	0/7. 195	0/7. 192	0/6. 180	28/6. 188.9
30.	e. Bl. Feld von Secale cereale hibernum	15/5 145	1/6. 153	7/6. 164	7/6. 162	31/6. 161	0/6. 159	7/6. 162	7/6. 157	0/6. 164	0/6. 156	0/6. 158.3
31.	E. Schnitt desselben Feldes	7/7. 208	3/7. 204	0/7. 210	15/7. 206	0/7. 210	0/7. 210	1/7. 212	7/7. 208	0/7. 210	5/7. 206	2/7. 208.4
	Intervall zwischen Bl. und E.	63	51	46	44	49	51	50	51	46	50	50
32.	e. Bl. Feld von Secale cereale aestivum	6/6. 169	0/6. 181	0/6. 172	2/6. 173	3/6. 174	7/6. 165	11/6. 172	7/6. 166	0/6. 179	0/6. 169	1/6. 172.0
33.	E. Schnitt desselben Feldes	5/8. 227	0/7. 221	1/8. 224	7/6. 231	7/6. 228	7/6. 227	0/7. 221	7/6. 224	22/8. 244	0/7. 215	8/6. 226.2
	Intervall zwischen Bl. und E.	58	40	52	58	54	52	49	58	55	46	54.2
34.	e. Bl. Colchicum autumnale (auf Saalewiesen)	0/6. 273	7/6. 255	3/6. 267	7/6. 249	7/6. 258	7/6. 260	3/6. 268	7/6. 261	2/6. 265	7/6. 260	7/6. 261.6
35.	Fr. Aesculus Hippocastanum	19/6. 272	0/6. 282	28/6. 272	26/6. 279	2/6. 255	22/6. 275	0/6. 269	4/6. 267	13/6. 266	2/6. 265	7/6. 270.2
	Intervall zwischen Bl. und Fr.	146	152	132	145	116	134	132	130	119	130	133.6
36.	Fr. Vitis vinifera (wie Nr. 27)	25/9. 268	7/10. 284	5/6. 269	22/6. 275	24/6. 277	nicht reif	0/6. 273	11/10. 294	5/10. 308	4/6. 267	0/6. 279.4
	Intervall zwischen Bl. und Fr.	104	112	87	90	93	—	89	134	138	86	103.7
37.	L. B. Aesculus Hippocastanum	23/6. 276	7/10. 290	24/9. 278	21/6. 274	20/6. 273	21/6. 274	5/6. 272	16/6. 268	7/10. 284	20/6. 273	23/6. 276.2
38.	L. B. Fagus silvatica	4/10. 287	15/10. 298	7/10. 289	20/6. 282	23/6. 276	4/6. 277	7/10. 289	7/10. 289	7/10. 288	0/6. 273	7/10. 284.8
39.	L. B. Betula alba	11/10. 294	7/10. 290	21/6. 275	20/6. 282	21/6. 274	0/6. 273	27/9. 280	6/6. 272	7/10. 284	2/6. 275	7/6. 279.9
40.	L. F. Fraxinus excelsior	2/11. 316	24/10. 307	7/10. 292	20/6. 273	24/6. 277	24/6. 277	7/10. 288	10/10. 302	7/10. 290	27/10. 310	0/10. 293.2

Tab. A. **Spannkraft des Waſſerdampfes über Eis: mm.**

Temperatur C°: —35 —34 —33 —32 —31 —30 —29 —28 —27 —26 —25
Spannkraft mm: 0.17 0.19 0.22 0.24 0.26 0.29 0.32 0.36 0.40 0.44 0.48

Temp. C°	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	Temp. C°
—24	0.53	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	—24
—23	0.59	0.58	0.58	0.57	0.57	0.56	0.56	0.55	0.54	0.54	—23
—22	0.65	0.64	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.61	0.60	0.60	—22
—21	0.71	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	—21
—20	0.79	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.72	—20
—19	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	—19
—18	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88	—18
—17	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	—17
—16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	—16
—15	1.26	1.25	1.24	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	—15
—14	1.38	1.35	1.35	1.34	1.33	1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	—14
—13	1.51	1.49	1.48	1.47	1.45	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	—13
—12	1.65	1.64	1.62	1.61	1.59	1.58	1.56	1.55	1.53	1.52	—12
—11	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.73	1.71	1.70	1.68	1.66	—11
—10	1.97	1.96	1.94	1.92	1.90	1.89	1.87	1.86	1.84	1.82	—10
—9	2.15	2.14	2.12	2.10	2 08	2.06	2.05	2.03	2.01	1.99	—9
—8	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19	2.17	—8
—7	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47	2.45	2.43	2.41	2.39	2.37	—7
—6	2.78	2.76	2.74	2.72	2.69	2.67	2.65	2.62	2.60	2.58	—6
—5	3.03	3.01	2.98	2.96	2.93	2.91	2.88	2.86	2.83	2.81	—5
—4	3.30	3.27	3.24	3 22	3.19	3.16	3.14	3.11	3.08	3.06	—4
—3	3.59	3.56	3.53	3.50	3 47	3.44	3.41	3.38	3.35	3.33	—3
—2	3.89	3.86	3.83	3.80	3.77	3.74	3.71	3.68	3.65	3.62	—2
—1	4.22	4.19	4.16	4.12	4.09	4.06	4.02	3.99	3.96	3.93	—1
—0	4.58	4.54	4.50	4.47	4.43	4.40	4.36	4.33	4.29	4.26	—0

Tab. B. **Spannkraft des Waſſerdampfes über Waſſer: mm.**

Temperatur C°: —35 —34 —33 —32 —31 —30 —29 —28 —27 —26 —25
Spannkraft mm: 0.24 0.27 0.29 0.32 0.36 0.39 0.43 0.47 0.51 0.56 0.61

Temp. C°	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	Temp. C°
—24	0.67	0.67	0.66	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63	0.63	0.62	—24
—23	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68	—23
—22	0.80	0.80	0.79	0.78	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.74	—22
—21	0.88	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.82	0.82	0.81	—21
—20	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.90	0.89	0.89	—20
—19	1 04	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	—19
—18	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	—18
—17	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	—17
—16	1.34	1.33	1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24	—16
—15	1.45	1.44	1.43	1.42	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	—15
—14	1.57	1.56	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.46	—14
—13	1.70	1.69	1.68	1.66	1.65	1.64	1.62	1.61	1.60	1.58	—13
—12	1.85	1.83	1.82	1.80	1.79	1.77	1.76	1.75	1.73	1.72	—12
—11	2.00	1.98	1.97	1.95	1.94	1.92	1.90	1.89	1.88	1.86	—11
—10	2.16	2.14	2.13	2.11	2.09	2.08	2.06	2.04	2.03	1 01	—10

Temp. C°	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	Temp. C°
—9	2.34	2.32	2.30	2.28	2.26	2.24	2.23	2.21	2.19	2.18	—9
—8	2.52	2.50	2.48	2.46	2.44	2.43	2.41	2.39	2.37	2.35	—8
—7	2.72	2.70	2.68	2 66	2 64	2.62	2.60	2.58	2.56	2.54	—7
—6	2 94	2.92	2.89	2.87	2.85	2.83	2.81	2.78	2.76	2.74	—6
—5	3.17	3.14	3.12	3.10	3.07	3.05	3.03	3.00	2.98	2.96	—5
—4	3.41	3.39	3.36	3.34	3.31	3.29	3.26	3.24	3.22	3.19	—4
—3	3.65	3.63	3.62	3.60	3.57	3.54	3.52	3.49	3.46	3.44	—3
—2	3.96	3 93	3.90	3.87	3.84	3.82	3.79	3.76	3.73	3.70	—2
—1	4.26	4.23	4.20	4.17	4.14	4.11	4.08	4.05	4.02	3.99	—1
—0	4.58	4.55	4.51	4.48	4.45	4.42	4.38	4.35	4.32	4.29	—0
0	4 58	4.61	4.65	4.68	4.71	4.75	4 78	4.82	4.85	4.89	0
1	4.92	4.96	4.99	5.03	5.06	5.10	5.14	5.17	5.21	5.25	1
2	5.29	5.32	5.36	5.40	5.44	5.48	5.52	5.56	5.60	5.64	2
3	5.68	5.72	5.76	5.80	5.84	5.88	5.92	5.96	6.00	6.05	3
4	6.09	6.13	6.17	6.22	6.26	6.30	6.35	6.39	6.44	6.48	4
5	6.53	6.57	6.62	6.67	6.71	6.76	6.81	6.85	6.90	6.95	5
6	7.00	7.04	7.09	7.14	7.19	7.24	7.29	7.34	7.39	7.44	6
7	7.49	7.55	7.60	7.65	7.70	7.76	7 81	7.86	7.91	7.97	7
8	8.02	8.08	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.41	8.47	8.53	8
9	8.58	8.64	8.70	8.76	8 82	8.88	8.94	9.00	9.06	9.12	9
10	9.18	9.24	9.30	9.36	9.43	9.49	9.55	9.62	9.68	9.74	10
11	9 81	9.88	9.94	10.01	10.07	10.14	10.21	10.27	10.34	10.41	11
12	10.48	10.55	10.62	10.69	10.76	10.83	10.90	10.97	11.04	11.11	12
13	11 19	11.26	11.33	11.41	11.48	11.56	11.63	11.71	11.78	11.86	13
14	11.94	12.01	12.09	12.17	12.25	12.33	12.41	12.49	12.57	12.65	14
15	12.73	12.81	12.89	12.97	13.06	13 14	13.22	13.31	13.39	13.48	15
16	13.56	13.65	13.74	13.82	13.91	14.00	14.09	14.18	14.27	14.36	16
17	14.45	14.54	14.63	14.72	14.82	14.91	15.00	15.10	15.19	15.29	17
18	15.38	15.48	15.58	15.67	15.77	15.87	15.97	16.07	16.17	16.27	18
19	16.37	16.47	16.57	16.67	16.78	16.88	16.98	17.09	17.19	17.30	19
20	17.41	17.51	17.62	17.73	17.84	17.95	18.06	18.17	18.28	18.39	20
21	18.50	18.62	18.73	18.84	18.96	19.07	19.19	19.31	19.42	19.54	21
22	19.66	19.78	19.90	20.02	20.14	20.26	20.39	20.51	20.63	20.76	22
23	20.88	21.01	21.14	21.26	21.39	21.52	21.65	21.78	21.91	22.04	23
24	22.18	22.31	22.45	22 58	22.72	22.85	22.99	23.13	23.27	23.41	24
25	23.55	23.69	23.83	23.97	24.11	24.26	24.40	24.55	24.69	24.84	25
26	24.99	25.14	25.28	25.43	25.58	25.74	25.89	26.04	26.20	26.35	26
27	26.50	26.66	26.82	26.98	27.13	27.29	27.45	27.62	26.78	27.94	27
28	28.10	28.27	28.43	28.60	28.77	28.93	29.10	29.27	29.44	29.61	28
29	29.78	29.96	30.13	30.31	30.48	30.66	30.84	31.02	31.19	31.37	29
30	31.56	31.71	31.92	32.10	32.29	32.47	32.66	32.85	33.04	33.22	30
31	33.42	33.61	33.80	33.99	34.19	34.38	34.58	34.78	34.97	35.17	31
32	35.37	35.57	35.78	35.98	36.18	36.39	36.59	36.80	37.01	37.22	32
33	37.43	37.64	37.85	38.06	38.28	38.49	38.71	38.93	39.15	39.36	33
34	39.59	39.81	40.03	40.25	40.48	40.70	40.93	41.16	41.39	41.62	34
35	41.85	42.08	42.32	42.55	42.79	43.03	43.27	43.51	43.75	43.99	35
36	44.23	44.48	44.72	44.97	45.22	45.46	45.72	45.97	46.22	46.47	36
37	46.73	46.99	47.24	47.50	47.76	48.02	48.28	48.55	48.81	49.08	37
38	49.35	49.61	49.88	50.16	50.43	50.70	50.98	51.25	51.53	51.81	38
39	52.09	52.37	52.65	52.94	53.22	53.51	53.80	54.09	54.38	54.67	39

Alphabetisches Verzeichnis.

Die Zahlen bezeichnen die Seiten.

Ablesung 29.
Absolute Feuchtigkeit 39.
Abweichung d. Magnetnadel 46.
Ackerarbeiten 21.
Aktinometer 62.
Allgemeiner Charakter der Wetterlage 76.
Alto-Cumulus 53.
Alto-Stratus 53.
Aneroid-Barometer 66.
Apfel 65
Aspirations-Psychrometer 42.
Aufblühen 65
Aufstellung d. Regenmessers 14.
Aufstellung der Thermometer 21.
Ausdehnung der Bewölkung 51.
Ausstrahlung 19. 73.
Auswintern 5.

Ballonfahrten 52
Barometer 8. 66.
Beaufort 48.
Bebber, van 9.
Beobachtung der augenblicklichen Temperatur 30.
Berson, 52.
Bewölkung 6. 50
Birke 64.
Blitz 54
Blitzableiter 2
Bodenfeuchtigkeit 17.
Bodentemperatur 35.
Boernstein 49.

Calme 48.
Campbell und Stokes 57.
Charakter der Witterung 8.
Cirro-Cumulus 53.
Cirro-Stratus 52
Cirruswolke 52. 55.
Cumulo-Stimbus 54.
Cumulus 53.

Dampfdruck 43.
Dampfspannung 42. 43.
Depressionen 9.
Dicke der Wolkenschicht 51.
Donner 54.
Dove 69.
Drehung der Erde 71. 74.
Drude, O. 78.
Dunstdruck 43.
Durchschnittliche Tagestemperatur 30.

Eberesche 65
Einheitszeit 59.
Einstrahlung 19. 73.
Elektrische Spannung 54
Elias 52
Empfindlichkeit 31
Englische Hütte 25.
Entwickelung der Vegetation 64
Erdbohrer 37.
Erfrieren von Pflanzen 20.
Erntewetter 76
Erntezeit 76
Extremthermometer 18.

Farbe der Wolken 69.
Federwolken 45. 52.
Fehler an Apparaten 28.
Ferngewitter 56
Flieder 65
Formen der Wolken 52.
Fracto-Stratus 56.
Frostschäden 2.

Gärungsvorgänge im Boden 32.
Gefäß-Barometer 67.
Generalstabskarten 68.
Geographische Breite 59.
Gewitter 56.
Gewitterbildung 54. 77.
Gewitterwolke 52. 54.

Haarhygrometer 40.
Hagel 70.
Hagelbildung 77.
Hagelfälle 55.
Hagelschießen 2.
Haufenwolken 53.
Hauptrichtungen 50
Heber-Barometer 67.
Heidelbeere 65.
Hellmann 15.
Herrschel 62.
Himmelsrichtungen 46.
Hoch 71.
Hochdruckgebiete 9.
Hoffmann 78.
Howard, Luke 52.
Hütte, englische 24.

Ihne 78.
Insolations-Thermometer 35.
Intensität des Sonnenscheins 6. 61.
Intensität der Sonnenwirkung 58.
Intensive Kälte 76.
Isobaren 70 77.

Kälte, intensive 76.
Kanadabalsam 19.
Keimungsvorgang 20.
Klima 2.
Kompaß 46.
Kornelkirsche 64.
Krimkrieg 69.

Landregen 56.
Lokale Zeichen 69.
Luftdruck 8. 65.
Luftdrucklinien 77.
Luftfeuchtigkeit 8 38.
Luftschiffer 52.
Luke Howard 52.

Magnetischer Pol 46.
Magnetnadel 46.
Maifröste 77.
Maxima 9
Maximaldampfspannung 42.
Maximalspannkraft des Wasserdampfes 43.

Maximum-Aktinometer 62.
Maximum-Thermometer 26.
Meßtischblätter 68.
Minimum-Thermometer 28.
Mittagslinie 61.
Mitteleuropäische Einheitszeit 59.
Mittlere Ortszeit 59.
Mondhof 52.
Mondringe 52.

Nachtfröste 41. 77.
Nahgewitter 56.
Narzisse, weiße 64.
Nebenminima 77.
Niederschläge 14.
Niederschlagsmenge 16.
Niederschlagsverhältnisse 5.
Nimbus 53.
Nördliche Bahn des hohen Luftdrucks 75.
Nordrichtung 46.
Normalgehäuse 23.
Notizen 13.

Orkan 48.
Ortszeit, mittlere 59.

Phänologische Beobachtungen. 77.
Physischer Nordpol 46.
Polarstern 46.
Prüfungsscheine 28.
Psychrometer 41.
Psychrometertabelle 43. 81. 82.

Quecksilber-Barometer 66. 67

Rauch aus Schornsteinen 45.
Regen 70.
Regenfall, Verstärkung des 55.
Regenkarte 8.
Regenmesser 14.
Regenwolke 53.
Relatioe Feuchtigkeit 39.
Rettichbirne 64.
Robinson 49.
Roßkastanie 65.
Rutherford 28.

Sättigungsgrad 39.
Sauerkirsche 64.
Schäfchen 53.
Schalenkreuz-Anemometer 49.
Schichtenwolken 56.
Schnee 70.
Schneedecke 5. 18.
Schneesturm 74.
Schönwetterlage 76.
Schönwetterwolken 54.
Schott und Genossen 29.
Schusterkugel 57.
Schwarzkugel-Thermometer 62.
Seewarte in Hamburg 9. 11.
Sichtbarkeit entfernter Berggipfel 69.
Six'sches Thermometer 26.
Sonnenflecken 75.
Sonnenhof 52.
Sonnenschein 6.
Sonnenschein-Autograph 57.
Sonnenscheinbeobachtung 57.
Sonnenscheindauer 6. 50. 57.
Sonnenscheindauer und Intensität in den Tropen 75.
Sonnenringe 52.
Sonnentag 60.
Sonnenuhr 60.
Sonnenwirkung 64. 70.
Sonnenzeit 60.
Spannkraft des Wasserdampfes 81.
Sprung 42.
Stachelbeere 64.
Strahlung 19.
Strahlungseinheiten 62.
Strato-Cumulus 53.
Stratuswolken 56. 72
Südliche Bahn des hohen Luftdrucks 75.
Süßkirsche 64.

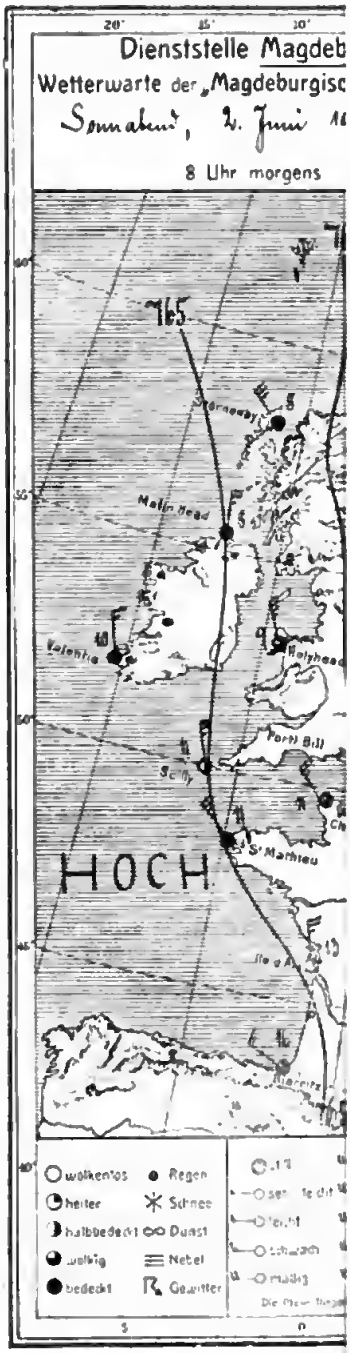
Tagesmittel 31.
Tagestemperatur, durchschnittliche 30.
Taupunkt 41.
Teisserenc de Bort 9.
Temperatur 5. 18.
Temperatur, augenblickliche 30.
Temperaturverlauf 30.
Temperatur über und unter der Erdoberfläche 32.
Temperaturverhältnisse 70.
Thermometer, Aufstellung 21.
Tief 70.
Traubenkirsche 65.
Trockenheit 76.

Ueberschwemmungen 74.
Unruhe in der Wetterlage 76.
Unterkühlung 55.

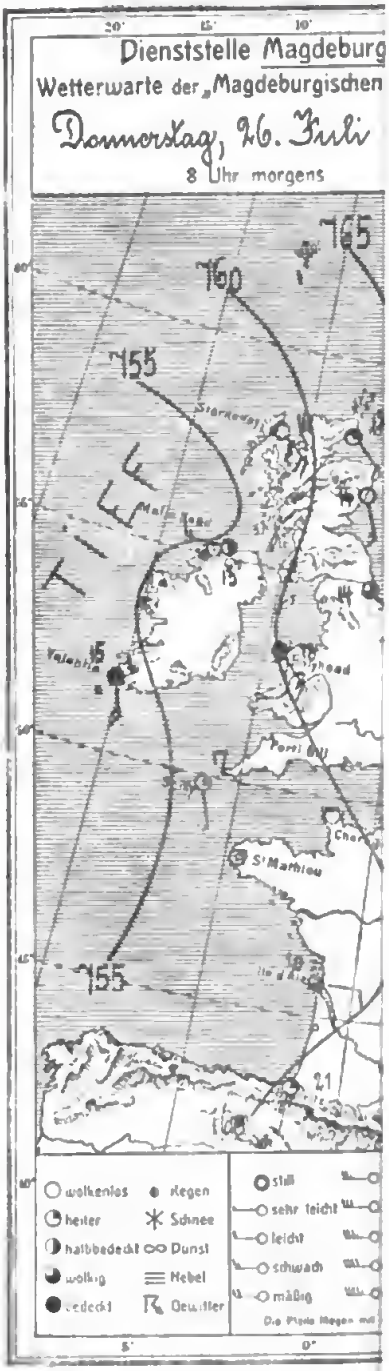
Vegetationserscheinungen 77.
Vegetationsmonate 64.
Verdunstung 32. 40.
Verlauf der Witterung 73.
Verstärkung des Regenfalls 55.

Wärmeausstrahlung 73.
Wärmezentrum 74.
Wanderung des barometrischen Tiefs und Hochs 73.
Wasserdampf 42.
Wasserdampf, Spannkraft 81.
Wassergehalt des Bodens 37.
Weiße Narzisse 64.
Wetterhäuschen 40.
Wetterkarten 11. 65.
Wetterlage, allgem. Charakter 76.
Wetterleuchten 56.
Wettertypen 9.
Wettervorhersage 7. 8. 12. 44. 65. 69. 73.
Wild'sche Windfahne 47.
Windfahnen 47.
Windgeschwindigkeit 48.
Windrichtung 6. 44. 71.
Windstärke 48.
Windstärketafel 47.
Windstille 48.
Winter-Goldparmäne 65.
Witterungsverlauf 73.
Wolken 50.
Wolkenbeobachtungen 51.
Wolkenbildung 70.
Wolkenfarbe 69.
Wolkenschichten 45.

Zeitgleichung 60
Zersetzungsvorgänge 32.
Zugrichtung der höheren Luftschichten 44.
Zugstraße 74.
Zwischenrichtungen 50.

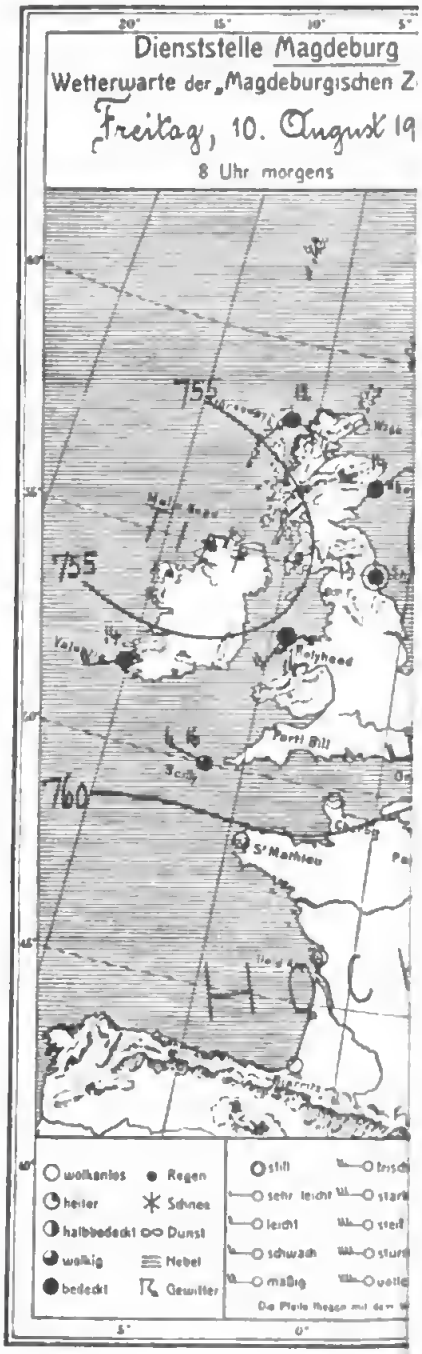

Dienststelle Magdeb
Wetterwarte der „Magdeburgisc
Sonnabend, 2. Juni
8 Uhr morgens
765
HOCH
Malin Head
Valentia
Scilly
St. Mathieu
wolkenlos
heiter
halbbedeckt
wolkig
bedeckt
Regen
Schnee
Dunst
Nebel
Gewitter

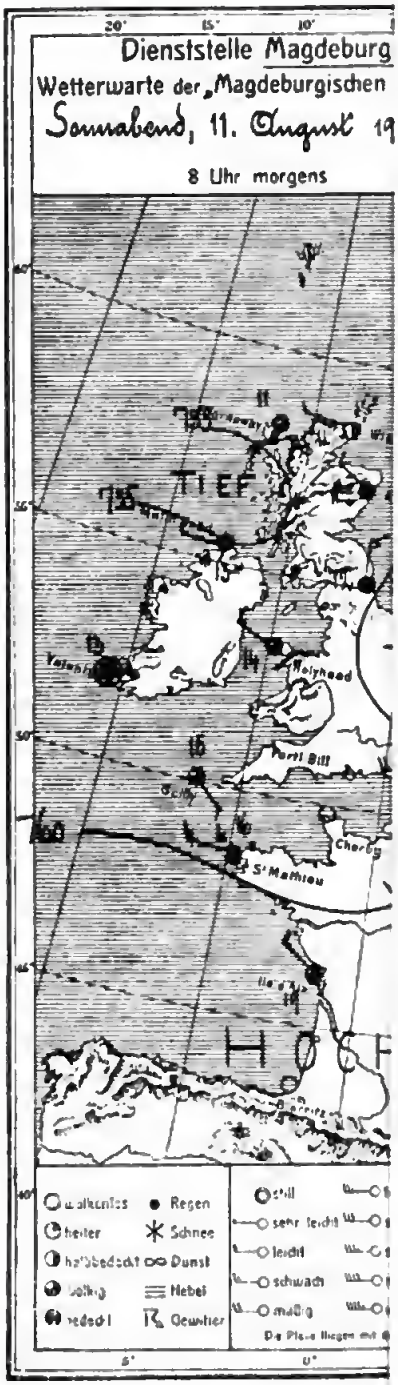
THE
JOHN CRERAR


Dienststelle Magdeburg
Wetterwarte der „Magdeburgischen
Donnerstag, 26. Juli
8 Uhr morgens
765
760
755
755
St Mathieu
wolkenlos
heiter
halbbedeckt
wolkig
bedeckt
Regen
Schnee
Dunst
Nebel
Gewitter
still
sehr leicht
leicht
schwach
mäßig

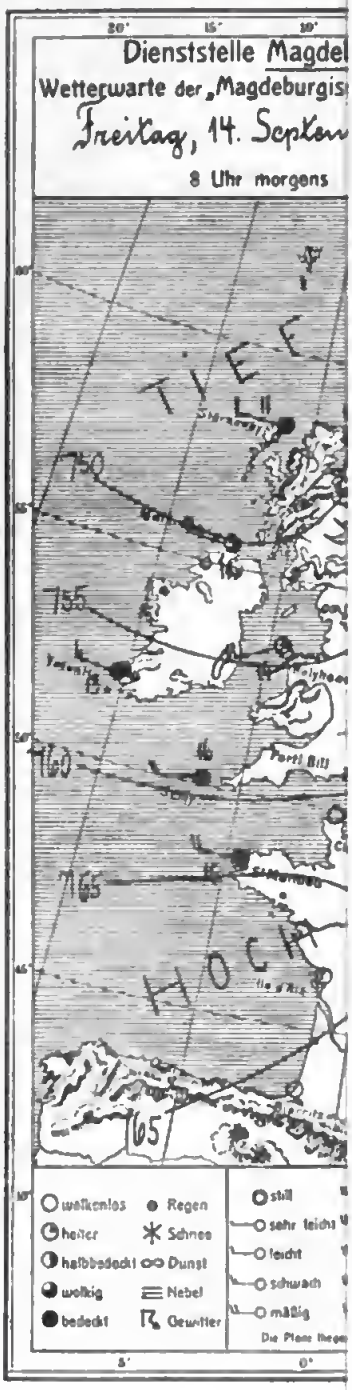
THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Digitized by Google


Dienststelle Magdeburg
Wetterwarte der „Magdeburgischen Z
Freitag, 10. August 19
8 Uhr morgens
755
755
760
Valentia
Holyhead
Portl Bill
St Mathieu
wolkenlos
heiter
halbbedeckt
wolkig
bedeckt
Regen
Schnee
Dunst
Nebel
Gewitter
still
sehr leicht
leicht
schwach
mäßig


Dienststelle Magdeburg
Wetterwarte der „Magdeburgischen
Sonnabend, 11. August 19
8 Uhr morgens
TIEF
HOCH
Holyhead
Portl Bill
St Mathieu
Cherbg
wolkenlos
heiter
halbbedeckt
bedeckt
Regen
Schnee
Dunst
Nebel
Gewitter
still
sehr leicht
leicht
schwach
mäßig

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY


Dienststelle Magdel
Wetterwarte der „Magdeburgis
Freitag, 14. Septem
8 Uhr morgens
TIEF
HOCH
750
755
760
765
765
wolkenlos
heiter
halbbedeckt
wolkig
bedeckt
Regen
Schnee
Dunst
Nebel
Gewitter
still
sehr leicht
leicht
schwach
mäßig

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Digitized by Google

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart.

Tierwelt und Landwirtschaft.

Des Landwirts Freunde und Feinde unter den freilebenden Tieren.

Von

Professor Dr. G. Rörig

Regierungsrat an der Kais. biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Dahlem bei Berlin.

418 Seiten, großes Oktav-Format.

Mit 89 farbigen Abbildungen auf 5 Tafeln und 439 Textabbildungen.

Preis in Leinwand gebunden Mk. 10.—.

Hier ist wirklich das oft gemißbrauchte Wort am Platze. Das Buch füllt eine Lücke aus. Wie groß die Lücke im eigenen Wissen war, werden die Leser allerdings erst empfinden, wenn sie in dem Buche die Wechselbeziehungen klargelegt sehen zwischen Tierwelt und Landwirtschaft.

Es ist wirklich staunenswert, auf wie verschiedene Gebiete uns der Verfasser führt und wie er mit großer Objektivität in anregender Schreibweise uns ebenso interessant belehrt, wenn er über unser eigentliches Wild einschließlich Raubzeug berichtet, wie wenn er uns in die Vogelwelt und in die niederen Tiere einführt. Ich kann versichern, daß ich selten ein mir zur Besprechung vorgelegtes Buch so unbedingt und so warm habe empfehlen können wie dieses.

Aus „Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung" 1908, Nr. 56.
Professor Dr. **Simon von Nathusius**, Jena.

. . . Schließlich aber ist der ganze Inhalt des Rörigschen Buches so allgemein bildend und lehrreich, daß es, auch abgesehen von jedem besonderen Standpunkt, ganz im allgemeinen als anregende, gediegene Lektüre nur empfohlen werden kann. Wer ein Herz hat für unsere heimische Tierwelt, der kaufe es, lese es und eigne seinen Geist sich an.

Professor Dr. G. Heck, Berlin, Zoologischer Garten.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart.

Soeben ist erschienen:

Die Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere.

Auf Grund der neuen Forschungsergebnisse und praktischer Erfahrung in gemeinverständlicher Form bearbeitet von

G. Lindh,

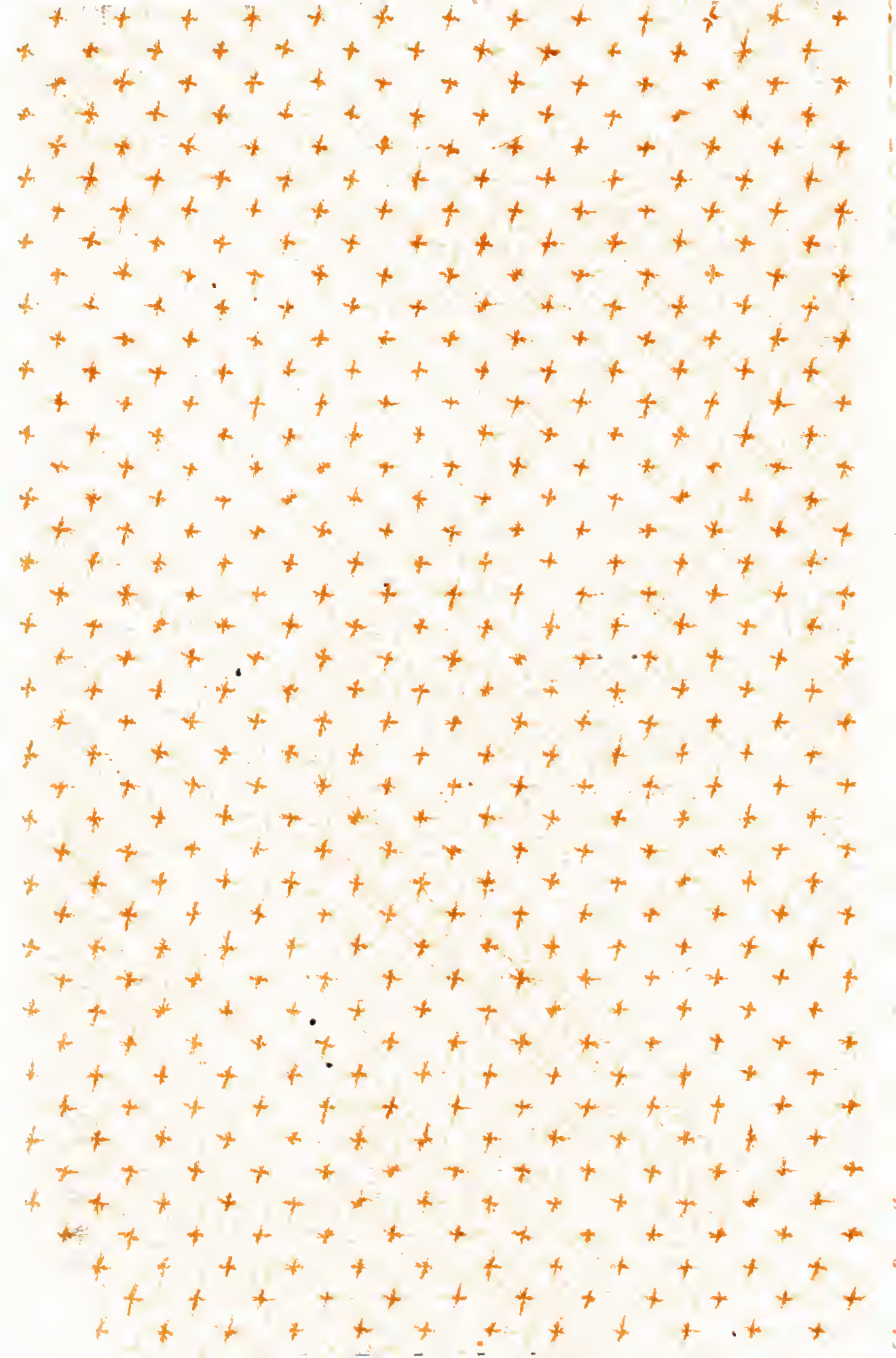
Generalsekretär der landw. Zentralstelle für das Großh. Sachsen-Weimar.
Tierzuchtinspektor, früher Direktor der Großh. Ackerbauschule Zwätzen b. Jena.

Preis geb. ℳ 5.—. (In Partien billiger.)

Auf dem Gebiete der Ernährungslehre hat die Wissenschaft in den letzten Jahren vieles, das bisher dunkel war, aufgeklärt, sodaß man, zumal **nach Veröffentlichung der grundlegenden Forschungsergebnisse Kellners wohl von einer neuen Epoche der Fütterungslehre sprechen kann.**

Es wird daher den Landwirten, denen keine Zeit zur Verfügung steht, sich durch wissenschaftliche Werke durchzuarbeiten, willkommen sein, wenn diese neuen Lehren ihnen in einfacher, leichtverständlicher Form dargeboten werden. Und so hat sich Generalsekretär Tierzuchtinspektor Lindh, dem theoretische Kenntnisse wie praktische Erfahrung in gleicher Weise zur Verfügung stehen, entschlossen, eine **moderne Fütterungslehre, wie sie der Landwirt wünscht: übersichtlich und leichtverständlich** zu schreiben.

Für jeden praktischen Landwirt ein unentbehrliches Buch!



Digitized by Google

551.5 Q704 c.1
Witterungskunde fr landwirte Eine a
086 726 773
UNIVERSITY OF CHICAGO